

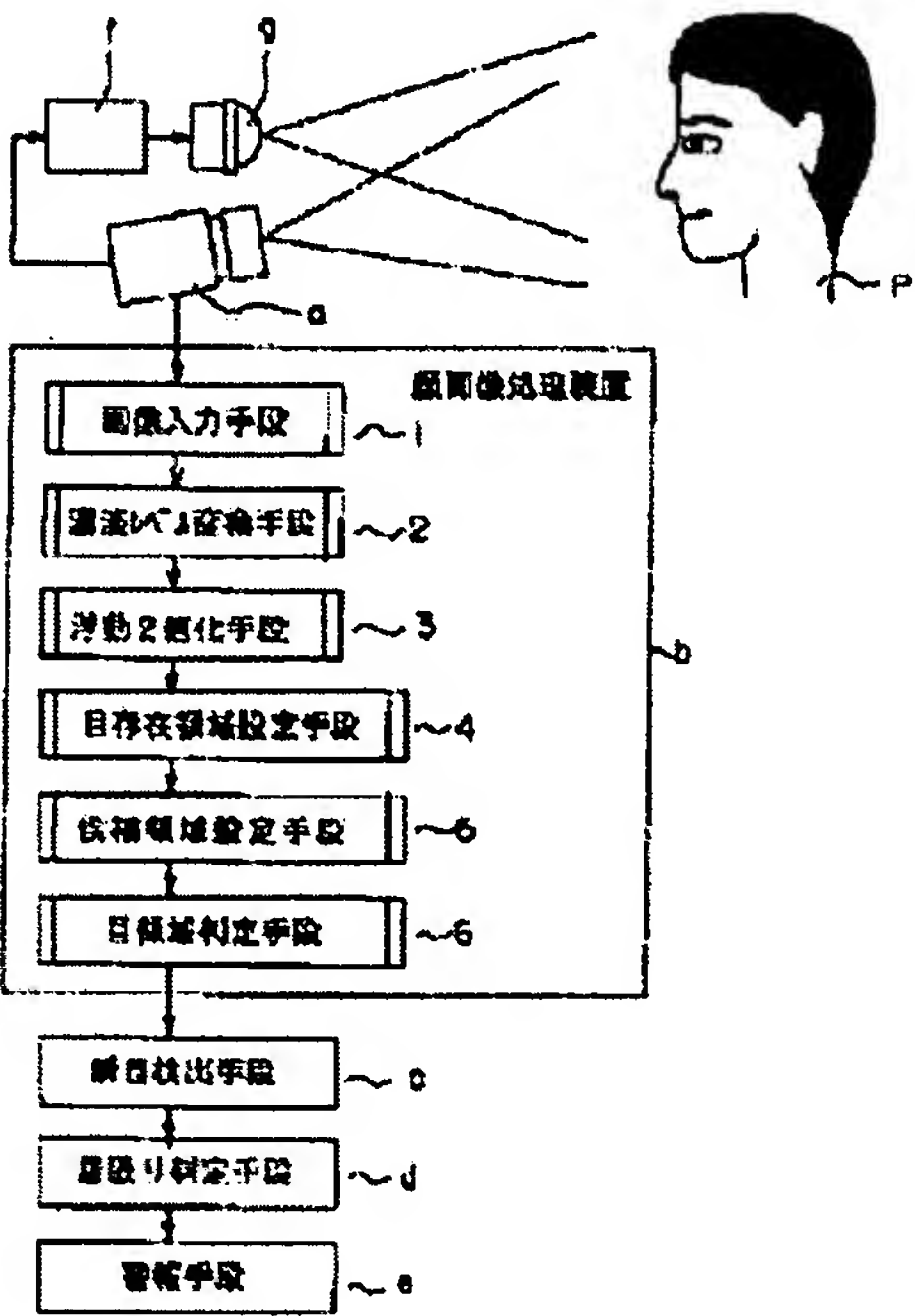
FACE IMAGE PROCESSOR

Publication number: JP8300978
Publication date: 1996-11-19
Inventor: SUZUKI HIROYOSHI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- international: B60K28/06; B60W30/00; G06K9/00; G06T7/00; G08B21/00; G08B21/06; B60K28/00; B60W30/00; G06K9/00; G06T7/00; G08B21/00; (IPC1-7): B60K28/06; G08B21/00
- European: G06K9/00F2; G08B21/06
Application number: JP19950112050 19950510
Priority number(s): JP19950112050 19950510

Also published as:
US5859921 (A1)
DE19613614 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP8300978
PURPOSE: To provide a face image processor capable of extracting the eyes at high speed irrespective of the photographing condition such as the surrounding environment and inexpensive by providing a floating binarizing means of the image after converting the pixel thickness level, setting the region of the eye presence in the binarized image, setting the candidate region in the region of the eye presence, and judging the eye region in the candidate region. CONSTITUTION: A face image photographed by a camera (a) is received by an image inputting means 1 of a face image processor (b), and converted into the digital scale image through the A/D conversion to extract the black level by a thickness level converting means 2. The black level is floating-binarized by a floating binarizing means 3 to be converted into the binarized image. A set of rectangular regions of high possibility that the right and left eyes are present are limited by an eye presence region setting means 4 in the binarized image, the candidate regions of the eyes are further limited by a candidate region setting means 5 in the eye presence regions, and the eyes are extracted by an eye region judging means 6 from the candidate regions. Eye opening/closing is judged by a blink detecting means C to judge the napping condition by the pattern.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 顔画像を撮像するカメラと、そのカメラより映像信号を入力する画像入力手段と、その画像入力手段から入力された顔画像の少なくとも顔の縦方向に近い一方の画像軸（X 軸）方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する濃淡レベル変換手段と、その濃淡レベル変換手段の出力画像を浮動 2 値化する浮動 2 値化手段と、前記浮動 2 値化後の 2 値画像内で目領域の存在位置を設定する目存在領域設定手段と、前記目存在領域内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記候補領域の内から目領域を判定する目領域判定手段とを備えたことを特徴とする顔画像の処理装置。

【請求項 2】 前記濃淡レベル変換手段における黒レベル抽出方向をカメラの画素走査方向と一致させたことを特徴とする、請求項 1 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 3】 顔画像を撮像するカメラと、そのカメラより映像信号を入力する画像入力手段、その画像入力手段から入力された顔画像の X 軸方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する第一の濃淡レベル変換手段と、その第一の濃淡レベル変換手段の出力画像を浮動 2 値化する第一の浮動 2 値化手段と、X 軸に垂直な Y 軸方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する第二の濃淡レベル変換手段と、その第二の濃淡レベル変換手段の出力画像を浮動 2 値化する第二の浮動 2 値化手段と、前記第一及び第二の浮動 2 値化手段からの 2 値画像を乗算する画像論理積演算手段と、画像乗算後の 2 値画像内で目領域の存在位置を設定する目存在領域設定手段と、前記目存在領域内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記候補領域の内から目領域を判定する目領域判定手段とを備えたことを特徴とする顔画像の処理装置。

【請求項 4】 前記濃淡レベル変換手段は、前記画像入力手段から入力された顔画像の各画素を中心とする連続した所定画素長の画素レベルの最大値を前記各中心画素の画素レベルとする最大値フィルタと、その最大値フィルタの出力の各画素を中心とする前記所定画素長の画素レベルの最小値を各中心画素の画素レベルとする最小値フィルタと、前記最小値フィルタの出力と入力顔画像を差分する引き算器とからなることを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 5】 前記濃淡レベル変換手段は、前記画像入力手段から入力された顔画像の各画素を中心とする所定画素数飛びの所定画素長の画素レベルの最大値を前記各中心画素の画素レベルとする最大値フィルタと、その最大値フィルタの出力の各画素を中心とする前記所定画素数飛びの所定画素長の画素レベルの最小値を各中心画素の画素レベルとする最小値フィルタと、前記最小値フィルタの出力と入力顔画像を差分する引き算器とからなることを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処

理装置。

【請求項 6】 前記浮動 2 値化手段の 2 値化閾値は、少なくとも各画素走査軸方向の前走査ライン上の画素レベルの重み付きピーク値及び重み付き平均値の和の閾数値を走査ライン上の画素の 2 値化閾値とすることを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 7】 前記目存在領域設定手段は、前記 2 値画像内での顔重心位置を算出する顔重心検出手段を備えるとともに、前記顔重心位置より所定距離離れた顔の左右 2 つの点を基点とした顔の縦、横方向に各々所定長さの 2 つの矩形の目存在領域を設定することを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 8】 前記目存在領域設定手段は、前記 2 値画像内での顔重心位置を算出する顔重心検出手段と、顔の縦軸方向中心線を算出する顔中心線検出手段とを備えるとともに、前記顔重心位置より所定距離離れた顔の左右 2 つの点を基点とし一辺が前記顔中心線に平行で顔の縦、横方向に各々所定長さの 2 つの矩形の目存在領域を設定することを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 9】 前記目存在領域設定手段は、前記 2 値画像内で鼻孔領域を判定する鼻孔領域判定手段を備えるとともに、顔の左右の鼻孔領域の中心より顔の上部の所定距離離れた顔の左右 2 つの点を基点とした顔の縦、横方向に各々所定長さの 2 つの矩形の目存在領域を設定することを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 10】 前記目領域判定手段は、前記候補領域内において顔の横軸に沿って候補領域内の顔の縦軸方向の 2 値レベルを積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段を備え、前記候補領域の顔の横軸方向の幅が所定範囲内であるとき、前記顔縦軸ヒストグラムの大きさの代表値及び形状の代表値の双方を評価関数として目領域か否かを判定することを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 11】 前記目領域判定手段は、前記左右 2 つの矩形の目存在領域内で前記各候補領域の評価関数値を画像毎に記憶する記憶手段を備え、記憶された前記評価関数値の所定画像数内での変化が最大である各候補領域を目と判定することを特徴とする、請求項 10 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 12】 前記目領域判定手段は、前記矩形の目存在領域内で目と判定された候補領域の代表点を算出する代表点算出手段を備え、前記目と判定された候補領域の前記代表点位置と顔重心との距離が最小な候補領域を最終的に目と判定することを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 13】 前記目領域判定手段は、前記左右 2 つの矩形の目存在領域内で各々目と判定された候補領域の代表点を算出する代表点算出手段を備え、前記左右の目

と判定された候補領域の前記各代表点位置と顔重心との距離の差が所定値より小さく且つ前記距離の差が最小な左右各 1 の候補領域を最終的に目と判定することを特徴とする、請求項 1 又は 3 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 1 4】 前記鼻孔領域判定手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記 2 値画像内で顔の縦軸方向中心線を算出する顔中心線検出手段と、前記顔中心線の左右に所定の等間隔に設けた平行線間の領域を鼻孔存在領域とする鼻孔存在領域設定手段とを備え、前記鼻孔存在領域に含まれる前記候補領域の内より鼻孔を判定することを特徴とする、請求項 9 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 1 5】 前記鼻孔存在領域設定手段は、前記 2 値画像内で設定した各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段を備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向代表点座標と顔中心線の顔の横軸方向座標までの平均距離を求め、前記平行線間の間隔を前記平均距離の関数とすることを特徴とする、請求項 1 4 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 1 6】 前記鼻孔領域判定手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記 2 値画像内での顔重心位置を算出する顔重心検出手段と、前記顔重心より顔の縦方向下部に所定間隔離れた点を通る顔の横方向の線より下部を鼻孔存在領域とする鼻孔存在領域設定手段とを備え、前記鼻孔存在領域に含まれる前記候補領域の内より鼻孔を判定することを特徴とする、請求項 9 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 1 7】 前記鼻孔存在領域設定手段は、前記 2 値画像内で設定した各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段と、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域を一つの帯状領域とし前記顔縦軸方向代表点座標を前記帯状領域の顔縦軸方向代表点座標とする帯状領域代表点演算手段を備え、前記所定間隔を前記帯状領域の領域数と前記各帯状領域代表点と前記顔重心の顔縦軸方向座標間の距離を基に決定することを特徴とする、請求項 1 6 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 1 8】 前記鼻孔存在領域内で鼻孔を抽出する演算領域を規定する鼻孔抽出領域限定手段を備え、前記限定された鼻孔抽出領域内での画素の重心を鼻孔領域の中点とすることを特徴とする、請求項 1 4 又は 1 6 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 1 9】 前記鼻孔領域判定手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段とを備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域間の顔横軸方向離間距離を演算するとともに、前記横軸方向離間距離と予め設定された鼻孔間距離とを比較し、前記代表点間の距離が前記鼻孔間距離に最も近い一組の候補領域を鼻孔と判定することを特徴とする、請求項 9 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 2 0】 前記鼻孔領域判定手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段とを備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向代表点座標間の距離を演算するとともに、前記顔横軸方向代表点座標間の距離と前記候補領域の縦横形状比とを鼻孔領域判定の評価関数とすることを特徴とする、請求項 9 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 2 1】 前記鼻孔領域判定手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、その候補領域設定手段により設定した各候補領域の顔の縦軸方向辺長を顔の下部方向から減ずる候補領域限定手段と、前記限定した各候補領域内で顔の横軸に沿って顔の縦軸方向の 2 値レベルを積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、顔の縦軸方向辺長を減じたときの前記顔縦軸ヒストグラムの形状変化より鼻孔領域を判定することを特徴とする、請求項 9 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 2 2】 前記顔重心位置の座標を、前記 2 値画像内の画素の重心座標とすることを特徴とする、請求項 7、8、1 6 のいずれかに記載の顔画像の処理装置。

【請求項 2 3】 前記 2 値画像内で顔の縦軸に沿って顔の横軸方向の 2 値レベルを積算する顔横軸ヒストグラム算出手段と、前記顔横軸ヒストグラムにより顔の縦軸に平行な帯状領域を設定する帯状領域設定手段と、前記帯状領域の顔縦軸方向代表点座標を求める帯状領域代表点演算手段と、前記帯状領域内で顔の横軸に沿って顔の縦軸方向の帯幅内の 2 値レベルを全ての帯状領域について積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、前記顔重心位置の X 座標を各帯状領域代表点の平均座標とし、前記顔重心位置の Y 座標を前記顔縦軸ヒストグラムの重心座標とすることを特徴とする、請求項 7、8、1 6 のいずれかに記載の顔画像の処理装置。

【請求項 2 4】 前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段を備え、前記顔重心位置の座標 (X_g、Y_g) を、設定した各候補領域 i の黒レベル画素数 N_i、各候補領域 i の代表点の座標 (X_i、Y_i)、候補領域 i の数 m を用いて、

$$X_g = \sum m N_i X_i / \sum N_i$$

$$Y_g = \sum m N_i Y_i / \sum N_i$$

とすることを特徴とする、請求項 7、8、1 6 のいずれかに記載の顔画像の処理装置。

【請求項 2 5】 前記顔中心線検出手段は、前記 2 値画像内で顔の縦軸に沿って顔の横軸方向の 2 値レベルを積算する顔横軸ヒストグラム算出手段と、前記顔横軸ヒストグラムより顔の横軸に平行な少なくとも一つ以上の帯状領域を設定する帯状領域設定手段と、前記各帯状領域内の画素の重心位置を演算する帯状領域重心検出手段とを備え、前記各帯状領域重心の位置より顔の縦軸方向中心線を算出することを特徴とする、請求項 8 又は 1 4 に

記載の顔画像の処理装置。

【請求項 26】 前記顔中心線検出手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、設定した各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段と、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域を一つの帯状領域として前記帯状領域内の各候補領域の顔横軸方向代表点座標の平均値を求めて前記帯状領域の顔横軸方向代表点座標とする帯状領域代表点演算手段とを備え、前記各帯領域代表点の位置より顔の縦軸方向中心線を算出することを特徴とする請求項 8 又は 14 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 27】 前記顔中心線検出手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、設定した各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段と、前記各候補領域の代表点より画像の Y 軸を中心として所定の角度範囲にある他の候補領域の代表点との中点座標を算出する顔中心線候補点演算手段とを備え、前記各顔中心線候補点の位置より顔の縦軸方向中心線を算出することを特徴とする、請求項 8 又は 14 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 28】 前記 2 値画像内での全画素の重心位置を算出する第一の重心検出手段と、前記第一の重心位置の回りに所定の矩形領域を設定する候補存在領域設定手段とをさらに備えるとともに、前記候補存在領域内で前記目存在領域を設定し、あるいは前記目存在領域を設定するための前記顔重心位置又は前記顔中心線又は前記鼻孔領域を求めることを特徴とする、請求項 7、8、9 のいずれかに記載の顔画像の処理装置。

【請求項 29】 前記目存在領域設定手段における目存在領域の設定は、前記 2 値画像内で黒レベル画素が所定画素数以上連結した各黒ブロック領域の X、Y 軸方向端点の最小値及び最大値を X、Y 軸方向端点とする矩形領域を黒ブロック存在領域として規定し、前記目存在領域の開始座標及び各辺長を、前記黒ブロック存在領域の開始座標、及び黒ブロック存在領域の各辺長あるいは各辺長と各辺長基準値との比、の関数とすることを特徴とする、請求項 7、8、9 のいずれかに記載の顔画像の処理装置。

【請求項 30】 前記黒ブロック存在領域の辺長を画像毎に記憶する記憶手段をさらに備え、前記辺長の基準値を、記憶された前記辺長の所定画像数内での最大辺長あるいは最大頻度を示す辺長とすることを特徴とする、請求項 29 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 31】 前記目存在領域設定手段における目存在領域の設定は、前記目存在領域の顔の横軸方向開始座標及び辺長を、前記鼻孔領域判定手段により抽出した鼻孔領域の間隔、あるいは鼻孔領域の間隔の基準値との比、の関数とすることを特徴とする、請求項 9 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 32】 前記目存在領域設定手段における目存

在領域の設定は、前記目存在領域の顔の縦軸方向開始座標及び辺長を、前記鼻孔領域判定手段により抽出した鼻孔領域の間隔、及び鼻孔領域の面積あるいは鼻孔領域の縦横形状比、あるいは鼻孔領域の間隔の基準値との比及び鼻孔領域の面積の基準値との比あるいは鼻孔領域の縦横形状比の基準値との比、の関数とすることを特徴とする、請求項 9 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 33】 前記鼻孔領域の間隔及び鼻孔領域の各辺長を画像毎に記憶する記憶手段をさらに備え、前記鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の面積、鼻孔領域の縦横形状比の各基準値を、記憶された前記鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の各辺長より求めた所定画像数内での鼻孔領域の間隔の最大値、あるいは所定画像数内での鼻孔領域の間隔及び鼻孔領域の面積又は鼻孔領域の縦横形状比が最大頻度を示す値とすることを特徴とする、請求項 31 又は 32 に記載の顔画像の処理装置。

【請求項 34】 前記候補領域設定手段は、顔の縦軸に沿って顔の横軸方向の 2 値レベルを積算する顔横軸ヒストグラム算出手段と、前記顔横軸ヒストグラムにより顔の縦軸に平行な帯状領域を設定する帯状領域設定手段と、前記帯状領域内で顔の横軸に沿って顔の縦軸方向の帯幅内の 2 値レベルを積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、前記帯幅を一辺とし前記顔縦軸ヒストグラムより求めた顔横軸方向の領域長を他辺とする矩形の候補領域を設定することを特徴とする、請求項 1、3、14、16、19～21、24、26、27 のいずれかに記載の顔画像の処理装置。

【請求項 35】 前記候補領域設定手段は、2 値画像の黒レベル画素が所定画素数以上集合した孤立黒ブロック領域をラベリングにより抽出する黒ブロック領域抽出手段を備えるとともに、前記ラベル化した黒ブロック領域の X 軸方向端部、Y 軸方向端部を囲む矩形の候補領域を設定することを特徴とする、請求項 1、3、14、16、19～21、24、26、27 のいずれかに記載の顔画像の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は運転者等の顔画像の処理装置に関し、特にカメラで撮影された顔画像を処理して顔の特徴領域を抽出し、特徴領域の状態から運転者の運転状態等を検出する装置に用いる顔画像の処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、車両運転者の脇見、居眠り運転等の運転状態を検出するため、運転者の顔を車両室内に設けられたカメラで撮影し、得られた顔画像を処理して顔の特徴点である目を抽出する顔画像の処理装置が開発されている。かかる従来例としては、濃度階調画像のまま取り扱い、目をテンプレートマッチングを用いて抽出する装置（特開平 6-255388 号公報）、画像の最暗点よ

り目を抽出する装置（特開平6-266981号公報）、濃度階調画像を2値画像に変換した後、抽出された顔の輪郭の内側での黒色領域より目を抽出する装置（特開平6-32154号公報）等が開示されている。以下、かかる従来技術の内、特開平6-32154号公報を例に取りさらに詳細に説明する。

【0003】図42は特開平6-32154号公報における運転者の状態検出のフローチャートであり、図43はこの従来例における画像2値化時の説明図である。

【0004】図42において、まずステップS88において、運転者の顔を撮影したカメラからの濃度階調画像が映像信号として画像入力手段（図示せず）に入力されA/D変換される。このようにしてA/D変換されたデジタル階調画像がステップS89でフレームメモリ（図示せず）に入力される。

【0005】次に、ステップS90でフレームメモリに記憶した画像データが読み出されて2値化手段（図示せず）で適当な2値化閾値で2値画像化され、ステップS91で顔の横方向検索開始ラインが設定され、この横方向検索開始ラインより顔の左右横方向に白色画素が検索され、ステップS92で連続した白色画素数がカウントされ、ステップS93で前記連続白色画素の最大となるときの白色画素領域の端部より顔の横幅輪郭線が特定される。

【0006】さらに、ステップS93で特定された顔の横幅輪郭線より、ステップS94で眼球存在領域の顔の横方向座標が設定され、ステップS95で顔の縦方向の検索開始ラインが設定されて、ステップS96において前記眼球存在領域内で前記検索開始ラインより黒色画素が連続した黒色画素領域を検索し、ステップS97で検索した黒色画素領域の位置関係や縦方向の黒色画素数に基づき眼球領域を特定する。

【0007】最後に、ステップS98で瞬目検出手段（図示せず）により特定された眼球領域内での縦方向黒色画素数に基づき目の開閉を検出し、ステップS99で居眠り判定手段（図示せず）により検出した目の開閉状態に基づき居眠りを判定する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる従来装置においては、安定的に2値画像を得るため常に光量の大きな近赤外照明を用いなければならないといった欠点があり、特に昼間には太陽光の近赤成分による外乱の影響を低減するためより大きな光量を要するといった問題点があった。

【0009】これに対し照明電力の節減のため、昼間時に照明をやめ太陽光により顔を撮影する場合では、太陽光による外乱即ち、太陽の高度や向き、木漏れ日下走行時等の周囲環境等によっては顔に陰影が生じ、2値化がうまくいかず目抽出が困難になるといった問題点があった。例えば、図43は太陽光が運転席の斜め上方から当

たっており、顔の上半分が車体、あるいはサンバイザの陰になっているような状態の運転者顔画像を従来の方法で2値化した例を示しており、かかる状態では顔の上下で画素レベルが大きく異なるため、明るい部分の影響を受けて2値化閾値が上昇し、図では鼻孔、口裂は抽出されるが、目、髪、眉を含む顔の上半分全体は一つの黒色領域となってしまう目領域を分離して抽出できない。

【0010】また、2値画像を用いず階調画像により目を抽出するものにおいては、階調画像を記憶するための大きな容量のフレームメモリを用いざるを得ず装置が高価になるとともに、階調画像を扱うために動作が遅くなりリアルタイム性に欠けるといった問題点があった。

【0011】さらに、目抽出の方法においても顔輪郭線を用いるものにおいては、背景が明るい場合には顔輪郭線の抽出が困難であったり、パターンマッチングを用いるものにおいては、目の個人差や、眼鏡の種類に対する参照が困難であったり、画像の最暗点を用いるものにおいては、瞳孔とほくろ等の黒色暗点との識別が難しい等の問題点があった。

【0012】この発明は上述した問題点を解決しようとするものであり、運転者状態等の検出のため、昼間の顔画像を太陽光を利用して撮影する場合でも太陽の高度や向き、木漏れ日下走行時等の周囲環境等の撮影状況にかかわらず目を高速に抽出でき、且つ顔の個人差の影響を受けにくい、安価な顔画像の処理装置を得ることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1の顔画像の処理装置は、顔画像を撮像するカメラと、そのカメラよりの映像信号を入力する画像入力手段と、少なくとも顔の縦方向に近い一方の画像軸（X軸）方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する濃淡レベル変換手段と、前記画素濃淡レベル変換後の画像の浮動2値化手段と、2値画像内での目存在領域を設定する目存在領域設定手段と、前記目存在領域内で候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記候補領域の内から目領域を判定する目領域判定手段とから構成される。

【0014】請求項2の顔画像の処理装置は、前記濃淡レベル変換手段における黒レベル抽出方向をカメラの画素走査方向と一致させるように構成される。

【0015】請求項3の顔画像の処理装置は、顔画像を撮像するカメラと、そのカメラよりの映像信号を入力する画像入力手段と、顔画像のX軸方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する第一の濃淡レベル変換手段と、その第一の画素濃淡レベル変換後の画像を浮動2値化する第一の浮動2値化手段と、X軸に垂直なY軸方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する第二の濃淡レベル変換手段と、その第二の濃淡レベル変換手段の後の画像を浮動2値化する第二の浮動2値化手段と、前記第一及び第二の

浮動 2 値化手段からの 2 値画像を乗算する画像論理積演算手段と、画像乗算後の 2 値画像内での目存在領域を設定する目存在領域設定手段と、前記目存在領域内で候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記候補領域の内から目領域を判定する目領域判定手段とから構成される。

【0016】請求項 4 の顔画像の処理装置では、前記濃淡レベル変換手段は、連続した所定画素長の画素レベルの最大値をとる最大値フィルタと、その最大値フィルタの出力の前記所定画素長の画素レベルの最小値をとる最小値フィルタと、その最小値フィルタの出力と入力顔画像を差分する引き算器とから構成される。

【0017】請求項 5 の顔画像の処理装置では、前記濃淡レベル変換手段は、所定画素数飛びの所定画素長の画素レベルの最大値をとる最大値フィルタと、その最大値フィルタの出力の前記所定画素数飛びの所定画素長の画素レベルの最小値をとる最小値フィルタと、その最小値フィルタの出力と入力顔画像を差分する引き算器とから構成される。

【0018】請求項 6 の顔画像の処理装置は、前記浮動 2 値化手段において、少なくとも各画素走査軸方向の前走査ライン上の画素レベルの重み付きピーク値及び重み付き平均値の和の関数値を 2 値化閾値とするように構成される。

【0019】請求項 7 の顔画像の処理装置では、前記目存在領域設定手段は、前記 2 値画像内での顔重心検出手段を備え、顔重心位置より所定距離離れた顔の左右 2 つの点を基点とした顔の縦、横方向に各々所定長さの 2 つの矩形の目存在領域を設定するように構成される。

【0020】請求項 8 の顔画像の処理装置では、前記目存在領域設定手段は、前記 2 値画像内での顔重心を検出する顔重心検出手段と、顔重心位置より所定距離離れた顔の左右 2 つの点を基点とし一辺が前記顔中心線に平行で顔の縦、横方向に各々所定長さの 2 つの矩形の目存在領域を設定する顔中心線検出手段とから構成される。

【0021】請求項 9 の顔画像の処理装置では、前記目存在領域設定手段は、前記 2 値画像内で鼻孔領域を判定する鼻孔領域判定手段を備え、顔の左右の鼻孔領域の中点より顔の上部の所定距離離れた顔の左右 2 つの点を基点とした顔の縦、横方向に各々所定長さの 2 つの矩形の目存在領域を設定するように構成される。

【0022】請求項 10 の顔画像の処理装置では、前記目領域判定手段は、前記候補領域内において顔の横軸に沿って候補領域内の顔の縦軸方向の 2 値レベルを積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段を備え、前記候補領域の顔の横軸方向の幅が所定範囲内であるとき、前記顔縦軸ヒストグラムの大きさの代表値及び形状の代表値の双方を評価関数として目領域か否かを判定するように構成される。

【0023】請求項 11 の顔画像の処理装置では、前記

目領域判定手段は、前記左右 2 つの矩形の目存在領域内で前記各候補領域の評価関数値を画像毎に記憶する記憶手段を備え、記憶された前記評価関数値の所定画像数内での変化が最大である各候補領域を目と判定するように構成される。

【0024】請求項 12 の顔画像の処理装置では、前記目領域判定手段は、前記矩形の目存在領域内で目と判定された候補領域の代表点算出手段を備え、目と判定された候補領域の代表点位置と前記顔重心との距離が最小な候補領域を最終的に目と判定するように構成される。

【0025】請求項 13 の顔画像の処理装置では、前記目領域判定手段は、前記左右 2 つの矩形の目存在領域内で各々目と判定された候補領域の代表点算出手段を備え、左右の目と判定された候補領域の各代表点位置と前記顔重心との距離の差が所定値より小さく且つ前記距離の差が最小な左右各 1 の候補領域を最終的に目と判定するように構成される。

【0026】請求項 14 の顔画像の処理装置では、前記鼻孔領域判定手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記 2 値画像内で顔の縦軸方向中心線を算出する顔中心線検出手段と、前記顔中心線の左右に所定の等間隔に設けた平行線間の領域を鼻孔存在領域とする鼻孔存在領域設定手段とを備え、鼻孔存在領域に含まれる候補領域の内より鼻孔を判定するように構成される。

【0027】請求項 15 の顔画像の処理装置では、前記鼻孔存在領域設定手段は、前記 2 値画像内で設定した各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段を備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向代表点座標と顔中心線の顔の横軸方向座標までの平均距離を求め、前記平行線間の間隔を前記平均距離の関数とするように構成される。

【0028】請求項 16 の顔画像の処理装置では、前記鼻孔領域判定手段は、前記 2 値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記 2 値画像内で顔重心を検出する顔重心検出手段と、顔重心より顔の縦方向下部に所定間隔離れた点を通る顔の横方向の線より下部を鼻孔存在領域とする鼻孔存在領域設定手段とを備え、前記鼻孔存在領域に含まれる前記候補領域の内より鼻孔を判定するように構成される。

【0029】請求項 17 の顔画像の処理装置では、前記鼻孔存在領域設定手段は、前記 2 値画像内で候補領域代表点を演算する候補領域代表点演算手段と、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域を一つの帯状領域とし前記顔縦軸方向代表点座標を前記帯状領域の顔縦軸方向代表点座標とする帯状領域代表点演算手段を備え、前記所定間隔を前記帯状領域の領域数と各帯状領域代表点と前記顔重心の顔縦軸方向座標間の距離を基に決定するように構成される。

【0030】請求項 18 の顔画像の処理装置は、前記鼻

孔存在領域内で鼻孔を抽出する演算領域を規定する鼻孔抽出領域限定手段をさらに備え、前記限定された鼻孔抽出領域内での画素の重心を鼻孔領域の中点とするように構成される。

【0031】請求項19の顔画像の処理装置では、前記鼻孔領域判定手段は、前記2値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段とを備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向離間距離を演算して、顔横軸方向離間距離と予め設定された鼻孔間距離を比較して鼻孔を判定するように構成される。

【0032】請求項20の顔画像の処理装置では、前記鼻孔領域判定手段は、前記2値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段を備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向代表点座標間の距離と前記候補領域の縦横形状比を演算して、顔横軸方向代表点座標間の距離と前記候補領域の縦横形状比を鼻孔領域判定の評価関数とするように構成される。

【0033】請求項21の顔画像の処理装置では、前記鼻孔領域判定手段は、前記2値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、その候補領域設定手段により設定した各候補領域の顔の縦軸方向辺長を顔の下部方向から減ずる候補領域限定手段と、前記限定した各候補領域内で顔の横軸に沿って顔の縦軸方向の2値レベルを積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、候補領域限定手段により顔の縦軸方向辺長を減じたときの顔縦軸ヒストグラムの形状変化より鼻孔領域を判定するように構成される。

【0034】請求項22の顔画像の処理装置は、前記顔重心位置の座標を、前記2値画像内の画素の重心座標とするように構成される。

【0035】請求項23の顔画像の処理装置は、前記2値画像内で顔の縦軸に沿って顔の横軸方向の2値レベルを積算する顔横軸ヒストグラム算出手段と、顔の縦軸に平行な帯状領域を設定する帯状領域設定手段と、帯状領域の顔縦軸方向代表点座標を求める帯状領域代表点演算手段と、前記帯状領域内で顔の横軸に沿って顔の縦軸方向の帯幅内の2値レベルを全ての帯状領域について積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、顔重心位置のX座標を各帯状領域代表点の平均座標とし、Y座標を顔縦軸ヒストグラムの重心座標とするように構成される。

【0036】請求項24の顔画像の処理装置は、前記2値画像内での候補領域を設定する候補領域設定手段をさらに備え、前記顔重心位置の座標（ X_g 、 Y_g ）を、各候補領域の黒レベル画素数 N_i 、各候補領域 i の代表点の座標（ X_i 、 Y_i ）、候補領域 i の数 m を用いて

$$X_g = \sum m N_i X_i / \sum N_i$$

$$Y_g = \sum m N_i Y_i / \sum N_i$$

とするように構成される。

【0037】請求項25の顔画像の処理装置では、前記顔中心線検出手段は、前記2値画像内で顔の縦軸に沿って顔の横軸方向の2値レベルを積算する顔横軸ヒストグラム算出手段と、顔の横軸に平行な少なくとも一つ以上の帯状領域を設定する帯状領域設定手段と、各帯状領域内の画素の重心位置を演算する帯状領域重心検出手段とを備え、各帯状領域重心の位置より顔の縦軸方向中心線を算出するように構成される。

【0038】請求項26の顔画像の処理装置では、前記顔中心線検出手段は、前記2値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、設定した各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段と、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域を一つの帯状領域として前記帯状領域内の各候補領域の顔横軸方向代表点座標の平均値を求めて前記帯状領域の顔横軸方向代表点座標とする帯状領域代表点演算手段とを備え、各帯状領域代表点の位置より顔の縦軸方向中心線を算出するように構成される。

【0039】請求項27の顔画像の処理装置では、前記顔中心線検出手段は、前記2値画像内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、設定した各候補領域の代表点座標を算出する候補領域代表点演算手段と、前記各候補領域の代表点より画像のY軸を中心として所定の角度範囲にある他の候補領域の代表点との中点座標を算出する顔中心線候補点演算手段とを備え、各顔中心線候補点の位置より顔の縦軸方向中心線を算出するように構成される。

【0040】請求項28の顔画像の処理装置は、前記2値画像内での全画素の重心位置を算出する第一の重心検出手段と、前記第一の重心位置の回りに所定の矩形領域を設定する候補存在領域設定手段とをさらに備え、とともに、前記候補存在領域内で前記目存在領域を設定し、あるいは前記目存在領域を設定するための前記顔重心位置又は前記顔中心線又は前記鼻孔領域を求めるように構成される。

【0041】請求項29の顔画像の処理装置では、前記目存在領域設定手段は、前記2値画像内で黒レベル画素が所定画素数以上連結する各黒ブロック領域のX、Y軸方向端点の最小値及び最大値をX、Y軸方向端点とする矩形領域を黒ブロック存在領域として規定し、前記目存在領域の開始座標及び各辺長を、黒ブロック存在領域の開始座標、及び黒ブロック存在領域の各辺長あるいは各辺長と各辺長基準値との比、の関数とするように構成される。

【0042】請求項30の顔画像の処理装置は、前記黒ブロック存在領域の辺長を画像毎に記憶する記憶手段をさらに備え、前記目存在領域設定手段は、前記辺長の基

準値を、記憶された辺長の所定画像数内での最大値あるいは最大頻度を示す値とするように構成される。

【0043】請求項31の顔画像の処理装置では、前記目存在領域設定手段は、目存在領域の顔の横軸方向開始座標及び辺長を、前記鼻孔領域判定手段により抽出した鼻孔領域の間隔、あるいは鼻孔領域の間隔の所定の基準値との比、の関数とするように構成される。

【0044】請求項32の顔画像の処理装置では、前記目存在領域設定手段は、目存在領域の顔の縦軸方向開始座標及び辺長を、前記鼻孔領域判定手段により抽出した鼻孔領域の間隔、及び鼻孔領域の面積あるいは鼻孔領域の縦横形状比、あるいは鼻孔領域の間隔の所定の基準値との比、及び鼻孔領域の面積の所定の基準値との比あるいは鼻孔領域の縦横形状比の基準値との比、の関数とするように構成される。

【0045】請求項33の顔画像の処理装置は、前記鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の各辺長を画像毎に記憶する記憶手段をさらに備え、前記目存在領域設定手段は、鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の面積、鼻孔領域の縦横形状比の各基準値を、記憶された前記鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の各辺長より求めた所定画像数内での鼻孔領域の間隔の最大値、あるいは、鼻孔領域の間隔、及び鼻孔領域の面積あるいは鼻孔領域の縦横形状比が最大頻度を示す値とするように構成される。

【0046】請求項34の顔画像の処理装置では、前記候補領域設定手段は、顔の縦軸に沿って顔の横軸方向の2値レベルを積算する顔横軸ヒストグラム算出手段と、顔の縦軸に平行な帯状領域を設定する帯状領域設定手段と、前記帯状領域内で顔の横軸に沿って顔の縦軸方向の帯幅内の2値レベルを積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、前記帯幅を一辺とし顔縦軸ヒストグラムより求めた顔横軸方向の領域長を他辺とする矩形の候補領域を設定するように構成される。

【0047】請求項35の顔画像の処理装置では、前記候補領域設定手段は、2値画像の黒レベル画素が所定画素数以上集合した孤立黒ブロック領域をラベリングにより抽出する黒ブロック領域抽出手段を備えとともに、前記ラベル化した黒ブロック領域のX軸方向端部、Y軸方向端部を囲む矩形の候補領域を設定するように構成される。

【0048】

【作用】請求項1の顔画像の処理装置においては、カメラにより顔を撮影し、画像入力手段により撮影した顔画像を入力し、濃淡レベル変換手段により前記入力顔画像から目の上下幅程度以下の長さの黒レベル領域、即ち目、眉、鼻孔、口裂などの特徴領域をフィルタリングし、この特徴領域抽出画像を浮動2値化手段により2値化することで、太陽光による陰等の外乱に左右されことなく2値化が行われて略顔の特徴領域のみを安定的に抽出するとともに画像情報を大幅に圧縮して画像メモリ

が節約され、さらに2値画像内で目存在領域設定手段により目の存在領域を設定し、前記目存在領域内で候補領域設定手段により目の候補領域を設定し、前記候補領域の内から目領域判定手段により目領域を判定することで演算領域を限定して目の抽出を高速に、精度よく行うことができる。

【0049】請求項2の顔画像の処理装置においては、前記濃淡レベル変換手段における黒レベル抽出方向をカメラの画素走査方向にあわせることで濃淡レベル変換手段をハードウェアで構成して高速処理することができる。

【0050】請求項3の顔画像の処理装置においては、カメラにより顔を撮影し、画像入力手段により撮影した顔画像を入力し、第一の濃淡レベル変換手段により入力顔画像から顔縦軸方向の目の上下幅程度以下の長さの黒レベル領域、即ち目、眉、鼻孔、口裂などの特徴領域をフィルタリングし、この特徴領域抽出画像を第一の浮動2値化手段により2値化し、第二の濃淡レベル変換手段により同様に入力顔画像から顔横軸方向の目の上下幅程度以下の長さの黒レベル領域、即ち黒目領域、鼻孔などの特徴領域をフィルタリングし、この特徴領域抽出画像を第二の浮動2値化手段により2値化することで、太陽光による陰等の外乱に左右されことなく2値化が行われて略顔の特徴領域のみを安定的に抽出するとともに、画像乗算手段により前記第一及び第二の浮動2値化手段からの2値画像を乗算してさらに特徴領域を限定して略黒目領域のみが残るようにして目の抽出確率を高め、さらに画像乗算後の2値画像内で目存在領域設定手段により目の存在領域を設定し、前記目存在領域内で候補領域設定手段により目の候補領域を設定し、前記候補領域の内から目領域判定手段により目領域を判定することで演算領域を限定して目の抽出を精度よく行うことができる。

【0051】請求項4の顔画像の処理装置においては、前記濃淡レベル変換手段は、最大値フィルタにより顔画像の各画素を中心とする連続した所定画素長の画素レベルの最大値を前記各中心画素の画素レベルとし、次に最小値フィルタにより最大値フィルタの出力の各画素を中心とする前記所定画素長の画素レベルの最小値を各中心画素の画素レベルとし、最後に引き算器で前記最小値フィルタの出力と入力顔画像を差分することにより前記所定画素長以下の黒レベルを抽出するように働き、従って前記濃淡レベル変換手段をハードウェアで構成することにより高速処理を行うことができる。

【0052】請求項5の顔画像の処理装置においては、前記濃淡レベル変換手段において、最大値フィルタにおける最大値フィルタリング、最小値フィルタにおける最小値フィルタリングを所定画素数飛びで歯抜けさせて行うことにより、ハードウェアで構成される各フィルタの回路規模を低減することができる。

【0053】請求項6の顔画像の処理装置においては、前記浮動2値化手段において、2値化を走査ライン毎に行うことで浮動2値化手段をハードウェア化して高速な2値化処理を行うことができるとともに、2値化閾値を走査ライン上の画素レベルの重み付きピーク値及び重み付き平均値の和の関数値とすることで画像の部分的濃度分布に応じて的確に2値化することができる。

【0054】請求項7の顔画像の処理装置においては、前記目存在領域設定手段は、顔特徴領域が抽出された前記2値画像では、目領域が顔重心位置の近くに存在することに着目し、顔重心位置を基にその周囲に左右に分かれた2つの矩形の領域を目存在領域として設定して目抽出のための演算領域を限定し、演算時間を短縮することができる。

【0055】請求項8の顔画像の処理装置においては、前記目存在領域設定手段は、顔特徴領域が抽出された前記2値画像では、目領域が顔重心位置の近くで顔の縦軸方向中心線の左右に存在することに着目し、顔重心位置を基にその周囲に一边が前記顔中心線に平行な左右に分かれた2つの矩形の領域を目存在領域として設定して、目存在領域をさらに限定することで確実な目抽出を行うとともに、より演算時間を短縮することができる。

【0056】請求項9の顔画像の処理装置においては、前記目存在領域設定手段は、鼻孔の上部に目領域が存在することに着目し、鼻孔領域の中点を基にその上部に左右に分かれた2つの矩形の領域を目存在領域として設定して目抽出のための演算領域を限定し、同様に演算時間を短縮することができる。

【0057】請求項10の顔画像の処理装置においては、前記目領域判定手段は、目領域か否かを判定する前記候補領域を一般的な目領域の幅を基に候補領域の幅によりさらに限定して演算量を低減させ、ハードウェア化が容易な顔縦軸ヒストグラム処理を用いて顔縦軸ヒストグラムの大きさの代表値及び形状の代表値の双方を評価関数として目領域か否かを迅速、且つ正確に判定することができる。

【0058】請求項11の顔画像の処理装置においては、前記目領域判定手段は、目領域の時間的変化が他の顔特徴領域に対し大きいことに着目し、目領域の判定を画像毎に記憶した評価関数値の時系列的変化により行って、眉や眼鏡等と混同することなく精度よく目を判定することができる。

【0059】請求項12の顔画像の処理装置においては、前記目領域判定手段は、目が他の特徴領域より顔重心に近く存在することに着目し、目と判定された候補領域の代表点位置と顔重心との距離の差が最小な候補領域を最終的に目と判定することで、目の抽出精度をさらに向上させることができる。

【0060】請求項13の顔画像の処理装置においては、前記目領域判定手段は、目が顔重心に対し略左右対

称で他の特徴領域より顔重心に近く存在することに着目し、左右の目と判定された各候補領域の代表点位置と顔重心との距離の差が所定値より小さく且つ最小な左右各1の候補領域を最終的に目と判定することで、目の抽出精度をさらに向上させることができる。

【0061】請求項14の顔画像の処理装置においては、前記鼻孔領域判定手段は、顔中心線に近接して鼻孔が存在することに着目し、鼻孔存在領域を顔の縦軸方向中心線の左右平行線間の領域に限定し、平行線間の領域に含まれる候補領域の内より鼻孔を判定することにより、少ない演算量で眼鏡等の影響を受けないで容易に鼻孔を抽出することができる。

【0062】請求項15の顔画像の処理装置においては、前記鼻孔存在領域における平行線間の間隔を、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向代表点の顔中心線までの平均距離を基に決定することにより、鼻孔存在領域を顔の個人差に影響されることなく設定することができる。

【0063】請求項16の顔画像の処理装置においては、前記鼻孔領域判定手段は、顔特徴領域が抽出された前記2値画像では鼻孔が顔重心より下部に離れて存在することに着目し、鼻孔存在領域を顔重心より顔の縦方向下部に所定間隔離れた点を通る顔の横方向の線より下部に限定し、鼻孔存在領域に含まれる候補領域の内より鼻孔を判定することにより、少ない演算量で眼鏡等の影響を受けることなく容易に鼻孔を抽出することができる。

【0064】請求項17の顔画像の処理装置においては、前記鼻孔存在領域における前記所定間隔を、帯状領域の領域数と各帯状領域代表点と顔重心の顔縦軸方向座標間の距離を基に決定することにより、鼻孔存在領域を顔の個人差に影響されることなく設定することができる。

【0065】請求項18の顔画像の処理装置においては、鼻孔抽出領域限定手段で前記鼻孔存在領域内での演算領域をより限定するとともに、鼻孔領域の中点を前記限定された鼻孔抽出領域内での画素の重心をとるという簡単な演算で求めて、鼻孔抽出のための演算時間を大幅に短縮することができる。

【0066】請求項19の顔画像の処理装置においては、前記鼻孔領域判定手段は、対称な顔特徴領域の内では鼻孔間の距離が最も狭いことに着目して、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向代表点の離間距離と予め設定された鼻孔間距離を比較するという簡単な演算で高速に鼻孔を判定することができる。

【0067】請求項20の顔画像の処理装置においては、前記鼻孔領域判定手段は、対称な顔特徴領域の内では鼻孔間の距離が最も狭くまた鼻孔の形状が他の顔特徴領域に対し大きく異なることに着目し、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向代表点座標間の距離と前記候補領域の縦横形状比とからなる評価関数値

より鼻孔を精度よく抽出することができる。

【0068】請求項21の顔画像の処理装置においては、前記鼻孔領域判定手段は、候補領域限定手段により各候補領域の顔の縦軸方向辺長を顔の下部方向から減じた時の顔縦軸ヒストグラムの形状変化により、髭と鼻孔との領域の連結があっても、髭の影響のみを除去して鼻孔を精度よく抽出することができる。

【0069】請求項22の顔画像の処理装置においては、前記2値画像内の画素の重心を求める簡単な演算で顔重心位置の座標を設定することができる。

【0070】請求項23の顔画像の処理装置においては、前記2値画像内で顔横軸ヒストグラム算出手段により顔の縦軸に平行な帯状領域を限定し、顔縦軸ヒストグラム算出手段により帯状領域全体の顔縦軸ヒストグラムを求めて、顔重心位置のX座標を各帯状領域代表点の平均座標とし、前記顔重心位置のY座標を顔縦軸ヒストグラムの重心座標とすることにより、ハードウェア化でヒストグラム演算を多用するとともに、演算領域と演算量とともに低減して高速に顔重心位置の座標を設定することができる。

【0071】請求項24の顔画像の処理装置においては、前記顔重心位置の座標を(X_g、Y_g)、設定した各候補領域の代表点(X_i、Y_i)にその領域の黒レベル画素数N_iが集中しているとして、候補領域iの数mを用いて、

$$X_g = \sum m N_i X_i / \sum N_i$$

$$Y_g = \sum m N_i Y_i / \sum N_i$$

として求めることで、演算を単純化して高速に顔重心位置の座標を設定することができる。

【0072】請求項25の顔画像の処理装置においては、顔中心線検出手段は、帯状領域設定手段により顔の横方向に並んだ、眉、目、鼻孔等の顔特徴領域を各々帯状領域にまとめて、帯状領域重心検出手段により各帯状領域内の画素の重心位置を演算し、各帯状領域の重心の位置を結んで顔の縦軸方向中心線を算出することで、演算領域を限定して演算量を低減し高速に顔の縦軸方向中心線を算出することができる。

【0073】請求項26の顔画像の処理装置においては、顔中心線検出手段は、帯状領域設定手段により顔の横方向に並んだ、眉、目、鼻孔等の顔特徴領域を各々帯状領域にまとめて、帯状領域内の各候補領域の顔横軸方向代表点座標の平均値を求めて帯状領域代表点座標とし、帯状領域代表点座標を結んで顔の縦軸方向中心線を算出することで、演算領域を限定するとともに帯状領域の重心算出演算を省略して、より高速に顔の縦軸方向中心線を算出することができる。

【0074】請求項27の顔画像の処理装置においては、顔中心線検出手段は、顔の特徴領域が顔中心線に対し左右対称に分布していることに着目して、顔中心線候補点演算手段により各候補領域の代表点より画像のY軸

を中心として所定の角度範囲にある他の候補領域の代表点との中点座標を算出し、各中点座標を結んで顔の縦軸方向中心線を算出することで、顔が多少傾いた画像においても同様に演算を単純化して高速に顔の縦軸方向中心線を算出することができる。

【0075】請求項28の顔画像の処理装置においては、第一の重心検出手段により全画素の重心位置を算出し、候補存在領域設定手段で前記第一の重心位置の回りに所定の矩形領域を限定して、演算領域を限定するとともに顔の特徴領域以外の背景等による抽出黒ブロックやノイズの影響を排除して、前記候補存在領域内で前記目存在領域を設定し、あるいは前記目存在領域を設定する前記顔重心位置又は前記顔中心線又は前記鼻孔領域を求めることができる。

【0076】請求項29の顔画像の処理装置においては、前記目存在領域設定手段において、顔特徴領域が存在する範囲を黒ブロック存在領域として規定し、その黒ブロック存在領域の開始座標及び各辺長あるいは各辺長と各辺長基準値との比で前記目存在領域の開始座標及び各辺長を定めて、目存在領域をカメラと顔との距離、顔の個人差、向きに応じて設定することができる。

【0077】請求項30の顔画像の処理装置においては、前記黒ブロック存在領域の辺長の基準値を、画像毎に記憶した前記辺長の所定画像数内での最大辺長あるいは最大頻度を示す辺長として、顔が正面を向くか最も高い頻度を示す顔の向きを基準とすることで、顔の向きに応じて目存在領域を最適に設定することができる。

【0078】請求項31の顔画像の処理装置においては、目存在領域の顔の横軸方向開始座標及び辺長を、前記鼻孔領域判定手段により抽出した鼻孔領域の間隔、あるいは鼻孔領域の間隔の基準値との比より求めて、目存在領域をカメラと顔との距離、顔の向きに応じて設定できる。

【0079】請求項32の発明によれば、目存在領域の顔の縦軸方向開始座標及び辺長を、前記鼻孔領域判定手段により抽出した鼻孔領域の間隔、及び鼻孔領域の面積あるいは鼻孔領域の縦横形状比、あるいは鼻孔領域の間隔の基準値との比及び鼻孔領域の面積の基準値との比あるいは鼻孔領域の縦横形状比の基準値との比より求めて、顔の向きに応じて目存在領域を最適に設定できる

【0080】請求項33の顔画像の処理装置においては、前記鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の面積、鼻孔領域の縦横形状比の各基準値を、記憶された鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の各辺長より求めた所定画像数内での鼻孔領域の間隔の最大値、あるいは所定画像数内での鼻孔領域の間隔、及び鼻孔領域の面積あるいは鼻孔領域の縦横形状比が最大頻度を示す値として、顔が正面を向くか最も高い頻度を示す顔の向きを基準とすることで、顔の向きに応じて目存在領域を最適に設定することができる。

【0081】請求項34の顔画像の処理装置において

10

20

30

40

50

は、前記候補領域設定手段は、矩形領域の一辺を顔横軸ヒストグラム算出手段により顔の縦軸に平行な帯状領域を帯状領域設定手段で設定した帯幅とし、他辺を前記帯状領域内での顔縦軸ヒストグラム算出手段より求めた領域長として、ハードウェア化が容易なヒストグラム演算を多用して高速に候補領域を設定する。

【0082】請求項35の顔画像の処理装置において、前記候補領域設定手段は、候補領域を2値画像の黒レベル画素が所定画素数以上集合した孤立黒ブロック領域をラベリングにより抽出して、ラベル化した黒ブロック領域のX軸方向端部、Y軸方向端部を囲む矩形領域として、処理を容易化することができる。

【0083】

【実施例】

実施例1：図1～図12はこの発明の顔画像の処理装置の第1実施例を示すものであり、図1は顔画像の処理装置を含む運転者状態検出装置の概略構成図、図2は顔画像処理装置全体の詳細構成図、図3はMAX/MINフィルタの回路構成図、図4は画像の濃淡レベル変換及び2値化の説明図、図5は浮動2値化手段の閾値演算フローチャート、図6は目存在領域設定の説明図、図7は目存在領域帯設定の説明図、図8は目候補領域のX軸ヒストグラム、図9は目領域判定のフローチャート、図10は眼鏡装着時の顔画像、図11は眼鏡装着時顔画像の2値画像、図12は眼鏡装着時顔画像の目存在領域中の目候補領域を示す2値画像である。以下、この実施例について図1～図12を参照して説明する。

【0084】図1において、運転者状態検出装置はカメラa、顔画像処理装置b、瞬目検出手段c、居眠り判定手段d、警報手段e、照明制御手段f、近赤外照明gからなり、顔画像処理装置bは、画像入力手段1、濃淡レベル変換手段2、浮動2値化手段3、目存在領域設定手段4、候補領域設定手段5、目領域判定手段6から構成される。

【0085】カメラ1は固体撮像素子を用いた超小型のカメラであって768×493の計38万画素のカメラを用いており、自動車等の車両のダッシュボード上あるいはインストルメントパネル部等に配置されて、前方より顔縦方向が768画素となる向きで車両運転者の顔を撮影する。撮影角度は顔の正面やや斜め下からが目領域抽出のために最も有利である。照明制御手段fはカメラの輝度信号を基に画像の明るさを判定し、夜間等の出力画像が暗い場合には画像の明るさに応じて近赤外照明gの光量を制御する。昼間において画像が明るい場合には、太陽光の可視成分で撮影すればよいが、カメラレンズの色収差を考慮してカメラ前方に可視光線カットフィルタを設け、太陽光の近赤外成分で撮影しても十分明るく且つピントの合った顔画像を撮影できる。

【0086】カメラ1で撮影された顔画像は、顔画像処理装置bの画像入力手段1に入力されてA/D変換され

て、デジタル階調画像に変換され、濃淡レベル変換手段2により所定長以下の領域の黒レベルが抽出され、浮動2値化手段3により浮動2値化されて2値画像に変換される。次に、かかる2値画像内で目存在領域設定手段4により各々左右の目の存在する可能性の高い一組の矩形領域を限定し、各目存在領域内で候補領域設定手段5により目の候補領域をさらに限定して、かかる候補領域の内より目領域判定手段6で目を抽出する。顔画像処理装置bで目が抽出されると、瞬目検出手段cで目の開閉が判定され、居眠り判定手段dで目の開閉パターンから居眠り状態の有無が判定され、居眠り状態と判定されると警報手段eで運転者に警報を発する。

【0087】次に、上記顔画像処理装置bの各手段について、図2以降を用いてさらに詳細に説明する。図2において、濃淡レベル変換手段2に入力されたデジタル階調画像はX軸平均化フィルタ21において隣接した3画素の画素レベルが平均化され、高空間周波数のノイズを除去して、画像のざらつきを少なくした後、信号が二分され、一方の信号は画素MAXフィルタ22、画素MINフィルタ23を通過し引き算器24に入力され、他方の信号は引き算器24にそのまま入力されて、引き算器24からは二つの差信号が出力される。

【0088】上記画素MAXフィルタ22及び画素MINフィルタ23はハードウェアで構成されており、図3にその回路図を示している。図3において、これらのフィルタは1画素づつ画素を遅延する画素遅延回路25

(図では遅延回路25の一部を省略している)と遅延後の画素と遅延前の画素のレベルを比較する比較回路26とからなっており、入力端子DATA INからの入力信号を画素遅延回路25で制御端子CLOCKからの制御信号のタイミングで1画素遅延しつつ、比較回路26で隣接する画素レベルを順次トーナメント形式で比較していき、最終的にフィルタ出力FLT OUTから、図では遅延回路25の両端の節の数である15画素の最大値(画素MAXフィルタ22)あるいは最小値(画素MINフィルタ23)が出力される。端子MAX/MINIには比較回路26の制御信号が入力され、MAXにした場合には比較回路26は入力2信号の内大きな方を出力し、MINにした場合には小さな方を出力して、各々全体として画素MAXフィルタ22、画素MINフィルタ23として働く。ここで前記両端の節の数、即ち最大値を抽出する画素数は目領域の高さより若干大きな画素数に設定しており、本実施例では28画素に設定している。

【0089】図4は従来例で2値化に失敗した図43の同一部分(線AOA'上)の画素レベルを本実施例において2値化するまでの各段階での変化を示している。X軸平均化フィルタ21を通過した画像P1の画素レベルは、画素MAXフィルタ22、画素MINフィルタ23を通過後の画像P2では、フィルタ長以下の画素レベルがフィルタ長で切ったレベルに固定され、さらに画像P1か

ら引き算器 24 で画像 P 2 の画素レベルを引くと、画像 P 3 に示すようにフィルタ長以下の領域の黒レベルのみが抽出されるため、太陽の高度や向き、木漏れ日下走行時等の周囲環境等の撮影状況等で顔に陰影が生じるような場合でも、図 4 のように眉、目、鼻孔、口裂といった顔の特徴領域がはっきり抽出されるという利点がある。また、昼間では太陽光のみによる撮影が可能となり顔画像処理のため特に強力な補助光等を必要とせず、装置が安価にできる。さらに、設定したフィルタ長より顔縦方向に幅の広い黒領域は抽出されないため、髪形等個人差の大きな頭髪部をはじめから除去でき、顔の個人差の影響を受けにくいという利点もある。

【0090】また画素 MAX フィルタ 22、画素 MIN フィルタ 23、引き算器 24 は上記のように簡単な回路構成によるハードウェアにより画像の走査と同一制御タイミングで処理されるため、顔の特徴領域抽出の画像濃淡レベル変換手段が安価にできるとともに、変換処理がリアルタイムに実行される。

【0091】黒レベルが抽出された差分画像 S 3 は浮動 2 値化手段 3 により閾値演算手段 31 で決定された 2 値化閾値により 2 値化手段 32 で 2 値化され、2 値画像 P 4 として 2 値画像フレームメモリ 11 に入力される。

$$\begin{aligned} \text{[式 2]} \quad XFC &= \sum_i X_i \text{SUMX}(X_i) / \sum_i \text{SUMX}(X_i) \\ YFC &= \sum_j Y_j \text{SUMX}(Y_j) / \sum_j \text{SUMX}(Y_j) \end{aligned}$$

として顔重心 7 の位置座標 (XFC, YFC) を算出する。ここで $\sum_i \text{SUMX}(X_i) = \sum_j \text{SUMX}(Y_j)$ であり、 $\sum_j \text{SUMX}(Y_j)$ は実際には計算を要しない。

【0094】上記 2 値画像 12 においては、前述したご

$$\begin{aligned} \text{[式 3]} \quad (X, Y) &= (XFC - XECA, YFC - YECA) \text{ なる点 PER と} \\ (X, Y) &= (XFC - XECA, YFC + YECA - EACW) \text{ なる点 PEL} \end{aligned}$$

を基準とした Y 軸方向長 EACW、X 軸方向長 ECAH なる一組の矩形の目存在領域 40 を設定し、目の検索領域を限定する。ここで、XECA、YECA はカメラと撮影される顔との距離、カメラの画角に応じて可変とされ、EACW、ECAH も前記条件に応じて目領域が十分含まれる大きさに設定される。本実施例ではカメラより約 60 cm 離れた撮影位置で EACW を 100 画素長、ECAH を 180 画素長に設定している。

【0095】候補領域設定手段 5 は、まず図 7 に示すように、目存在領域内 Y 軸ヒスト算出手段 51 において目存在領域 40 内で X 軸方向に沿って Y 軸方向の画素を積算して Y 軸ヒストグラム SUMY 501 を求め、目候補領域帯設定手段 52 で SUMY が所定の閾値 SHL 以上の領域 EAH を目候補領域帯 520 として設定し、さらに目の検索領域を限定する。図 7 では、眉領域に相当する BER1 と目領域に相当する BER2 が目候補領域帯 520 として設定されている。

【0096】次に、図 8 に示すように、目候補領域内 X 軸ヒスト算出手段 53 により、存在領域の幅 ECAW の間、Y 軸方向に沿って目候補領域帯 520 内の X 軸方向の画

【0092】図 5 は 2 値化時の閾値演算のフローチャートを示しており、まず閾値演算手段 31 により、ステップ S301 で前の走査ライン (X 軸方向に一致) 上の画素レベルの積算値 SUMPX を求めて SUMPX として記憶し、ステップ S302 で画素レベルの最大値を求めて MAXPX として記憶し、ステップ S303 で閾値 SHL を、

【式 1】 $\text{SUMPX} / (768 - 2 * \text{SFLT}) + \text{MAXPX} / C1 + C2$ で計算して、2 値化手段 32 により閾値 SHL で現走査ラインの 2 値化を行う。但し、上式 1 中、SFLT は前記画素 MAX フィルタ 22、画素 MIN フィルタ 23 の画素長、C1、C2 は定数である。上式 1 において、第 1 項は前の走査ラインの画素レベルの平均値を示しており、走査ライン上の画素レベルの 2 値化閾値 SHL を前走査ラインの画素レベルの平均値、最大値の重みづけ一次関数として、2 値化する事により、画像の部分的、局所的濃度分布があっても確実な 2 値化が可能になる。

【0093】目存在領域設定手段 4 は、図 6 に示すごとく、2 値画像フレームメモリ 11 に入力された 2 値画像 12 において、顔重心位置検出手段 41 で各々画像軸 X、Y に沿って画素を積算した Y 軸ヒストグラム SUMY 501、X 軸ヒストグラム SUMX 502 を求め、

とく、頭髪を除いた眉、目、鼻孔、口裂といった顔の特徴領域が抽出されるため、顔重心 7 位置の近くに略左右対称に目領域が存在する。そこで、目存在領域規定手段 42 により、顔重心位置座標 (XFC, YFC) を基に、

$$\begin{aligned} (X, Y) &= (XFC - XECA, YFC - YECA) \text{ なる点 PER と} \\ (X, Y) &= (XFC - XECA, YFC + YECA - EACW) \text{ なる点 PEL} \end{aligned}$$

素を積算して X 軸ヒストグラム SUMX 502 を求め、目候補領域設定手段 54 で SUMX が所定の閾値 SHL 以上の目候補領域帯 520 の領域を Y 軸方向長 EAW、X 軸方向長 EAH の目候補領域 50 として設定する。図 8 では、眉領域に相当する BER11 と目領域に相当する BER21 が目候補領域 50 として設定されている。

【0097】最後に目領域判定手段 6 において、目評価関数演算手段 61 により前記設定された各目候補領域 50 の目評価関数を演算し、目領域選定手段 62 により前記目評価関数値から目と判定された目候補領域 50 の内より最終的に一組の目候補領域 50 を目と判定する。

【0098】図 9 はかかる目領域判定の詳細フローチャートであって、ステップ S601 で目候補領域 50 の有無を判定し、目候補領域 50 があればステップ S602 で目候補領域 BERij の幅 EAW を読み出し、ステップ S603 で幅 EAW がカメラと撮影される顔との距離、カメラの画角に応じて目領域の幅がとり得る最小値 EAWMIN、最大値 EAWMAX の範囲にあるかどうかを判定し、上記範囲外であれば領域 BERij は目領域ではないとして新たな目候補領域を呼び出すためステップ S604 で領域 BER の j あ

るいは i をインクリメントしてステップ S 6 0 1 に戻る。領域 BER_{ij} の幅 EAW が上記範囲内である場合には、ステップ S 6 0 5 で予め算出されている領域 BER_{ij} の X 軸ヒストグラム $SUMX$ を読み出し、ステップ S 6 0 6 で $SUMX$ の最大値 $SUMXMAX$ を算出し、ステップ S 6 0 7 で目領域の評価関数として、まず次式に示すように、X 軸ヒストグラムの複雑さを表す評価関数 $EFV1$ として、各ヒストグラム値 $SUMX$ と最大値 $SUMXMAX$ との偏差を領域 BER_{ij} の幅 EAW 間積算した値を全ヒストグラム積算値で正規化した、

【式 4】 $EFV1 = \sum y (SUMXMAX - SUMX) / \sum y SUMX$ を算出し、続いてステップ S 6 0 8 で X 軸ヒストグラムの最大値の評価関数 $EFV2$ として適当な定数オフセット C を与えて、

【式 5】 $EFV2 = SUMXMAX - C$ を算出し、上記 2 つの評価関数の積 $EFV1 \times EFV2$ を目領域の評価関数 EFV として、ステップ S 6 1 0 において EFV を最小値 $EFVMIN$ と比較し、 EFV が $EFVMIN$ より大ならば領域 BER_{ij} が目領域であると判定し、ステップ S 6 1 1 で BER_{ij} を目判定領域としてそのナンバー (i, j) を記憶して、ステップ S 6 1 2 に進み、そうでなければステップ S 6 0 4 に処理を戻す。

【0099】上記においては目領域の評価関数 EFV を $EFV1$ と $EFV2$ の積の形で与えているが、適当な重み $C1, C2$ を与えて、 $C1 \times EFV1 + C2 \times EFV2$ なる一次結合としても良い。この場合、経験的に重み $C1$ を相対的に大きくした方が目の抽出成績が良くなる。

【0100】図 8 の右図に示すように、目領域は黒目領域の存在のためにヒストグラムの一部が盛り上がった最大値 $SUMXMAX$ と各 $SUMX$ 値との偏差が大きな形状になるのに対し、図 8 の左図に示すように、目存在領域 40 内に通常存在する眉領域等はフラットで上記偏差が小さいヒストグラム形状になるため、評価関数 $EFV1$ は目領域が他の領域に比べ通常数倍大きな値を取る。また、ヒストグラム最大値 $SUMXMAX$ も目が開いた状態では黒目領域の存在のため、評価関数 $EFV2$ も同様に目領域が他の領域に比べ大きな値をとり、結果として両評価関数の積 EFV は目領域が最大値を示す。ステップ S 6 1 0 における最小値 $EFVMIN$ は上記より目存在領域 40 における個々人の目領域の EFV のばらつきを考慮して定めている。上記のごとく、本実施例ではヒストグラムを用いて目の形状の特徴に基づき目領域を判定するため、目領域の大きさのみで判定する場合に比較し精度の良い目の抽出が可能となる。

【0101】ステップ S 6 1 2 では矩形の目判定領域 BER_{ij} の幾何中心 (XEC, YEC) を領域 BER_{ij} の代表点として求め、ステップ S 6 1 3 でかかる代表点 (XEC, YEC) と顔重心 F (XFC, YFC) との距離 $DETFC$ を算出して記憶し、さらにステップ S 6 1 4 で代表点 Y 座標 YEC と顔重心 Y 座標 YFC とを比較し、 $YEC > YFC$ ならばステップ S 6 1 5 で領域 BER_{ij} を右目判定領域として右目 $FLAG$ を立

て、そうでなければステップ S 6 1 6 を左目判定領域として左目 $FLAG$ を立てる。かかるステップ S 6 0 1 ~ S 6 1 6 を目候補領域が無くなるまで繰り返す。

【0102】各目候補領域の評価関数 EFV によるチェックが終了したら、ステップ S 6 1 7 において目判定領域があるか否かを判定し、目判定領域が無い場合には最終的に目を抽出できなかったとしてステップ S 6 1 8 で目見失い $FLAG$ を立てる。目判定領域が 1 以上ある場合には、ステップ S 6 1 9 で目判定領域の $FLAG$ 状態を判定し、右目 $FLAG$ が立っていれば右目判定領域とみなして、ステップ S 6 2 0 でその領域 BER_{ij} の距離 $DETFC$ が右目判定領域中で最小か否かを判定し、最小であれば領域 BER_{ij} を右目であると最終判定する。また、ステップ S 6 1 9 で左目 $FLAG$ が立っていれば左目判定領域とみなして、同様にステップ S 6 2 2 でその領域 BER_{mn} の距離 $DETFC$ が左目判定領域中で最小か否かを判定し、最小であれば領域 BER_{mn} を左目であると最終判定する。ステップ S 6 2 0、S 6 2 2 で距離 $DETFC$ が最小値でない場合には、ステップ S 6 2 4 で目判定領域がさらに存在するかどうかを確認し、存在する場合にはステップ S 6 2 5 で判定領域をインクリメントして処理をステップ S 6 1 9 に戻す。ステップ S 6 2 4 で目判定領域がもはや存在しない場合には、右目あるいは左目を抽出できなかったとしてステップ S 6 2 6 で片目見失い $FLAG$ を立てる。

【0103】図 6 に示すように、本実施例においては頭髮領域が除去されるため、2 値顔画像の重心が広く且つ形状がまちまちな頭髮領域に依存しないため、目存在領域中で目領域が最も顔重心 F に近くなる。かかる特徴に着目して、上述のごとく、目の形状のみならず顔重心 F との距離を基に目領域を判定することでより精度良く目を抽出できる。

【0104】図 10 ~ 12 は、眼鏡装着時の顔画像を上記第 1 実施例による方法で処理した場合の例を示す図であって、図 10 は入力顔画像を示し、図 11 は濃淡レベル変換手段 2、浮動 2 値化手段 3 により図 10 の入力顔画像を処理した 2 値画像を示しており、濃淡レベル変換手段 2 により同様に頭髮部が除去されるとともに、眼鏡枠の縦長部が消え、顔縦方向が濃淡レベル変換手段 2 のフィルタ長より短い枠の横長の部分のみが残っている。かかる例では、図 12 に示すように、目存在領域 40 中に、目候補領域 50 として眉領域 $BER11$ 、目領域 $BER31$ とともに眼鏡枠の上側横長部分 $BER21$ が入っている。尚、図では目存在領域 40 に眼鏡枠の下側横長部分の一部がかかっているが、このように黒ブロック領域が目存在領域 40 の顔横方向の線を切っている場合には、その黒ブロック領域は目存在領域帯 520 として設定されない。これは、通常黒ブロック領域として上記眼鏡枠のごとく横長なものが多いため目存在領域 40 による切断部での、かかる黒ブロック領域の X 軸方向ヒストグラム $SUMX$ の形状が切断部形状に影響されるためである。眼鏡枠の

上側横長部分BER31のX軸方向ヒストグラムSUMXは、特に図示していないが、図8に示す眉領域BER11と同様なフラットなヒストグラムとなり、かかる領域BER21は評価関数EFVにより図9のステップS610で領域BER11と同様目判定領域から除外され、結局BER31のみが目領域として判定される。

【0105】この第1実施例では、上記のように眼鏡装着時においても容易に目領域のみを抽出できる。

【0106】また、本実施例において、Y軸ヒストグラムSUMY501、X軸ヒストグラムSUMX502等のヒストグラム演算はカウンタ回路を用いたハードウェアにて高速で演算され、目存在領域設定手段4、候補領域設定手段5でこれらハードウェア処理を多用することにより、目を高速に抽出できるという利点がある。

【0107】実施例2. 図13はこの発明の他の実施例を示す画素MAX/MINフィルタの回路構成図であり、図中、フィルタ長は15画素分で実施例1と同じであるが、比較回路26は実施例1と異なり2画素飛びの画素レベルを比較して、最終的にフィルタ出力FLT OUTから前記1.5画素の内の8画素の最大値あるいは最小値が出力される。画像の濃度分布は、通常平均化フィルタにより隣接した数画素の画素レベルが平均化され、高空間周波数のノイズが除去されて滑らかな変化となっているため、平均化フィルタの画素数程度の飛び越し比較を行う画素MAX/MINフィルタを用いても、実施例1と同様に顔の特徴領域を抽出できるとともに、例えば上記2画素飛びのフィルタでは比較回路の数が半分で済む等、回路規模を小さくでき装置コストを低減できる。

【0108】実施例3. 図14は他の目領域判定手段を示す説明図であって、503は各目候補領域50のX軸ヒストグラムSUMX502の度数分布曲線であって、MCは度数分布の重心位置、PHは度数分布のピーク値、HWIは度数分布の半値幅をそれぞれ示している。図14に示すように、SUMXの形状の差より眉領域BER11等では度数分布曲線503は鋭い単峰（シングルピーク）性を示すのに対し、目領域BER21では黒目の存在により双峰（ツインピーク）性を示す。これより、目領域判定手段6は、目存在領域40においてHM/PHが最大値をとり、且つMCの左右にピークが存在する目候補領域を目領域と判定する。

【0109】かかる目領域判定手段6を用いても目領域の抽出が可能であるとともに、X軸ヒストグラムの度数分布曲線では目と他の特徴領域の曲線形状の差が大きいので、より明確に目領域を抽出できるという利点がある。

【0110】実施例4. 図15はさらに他の目領域判定手段を示す説明図であって、目領域の判定に目の形状の時間的変化を用いた場合を示しており、(a)～(c)は時間経過に伴う目存在領域40内の2値画像と各目候補領域のX軸ヒストグラム502の変化を表しており、

また、(d)及び(e)はX軸ヒストグラム502より算出した前記評価関数EFV1、EFV2の各目候補領域での値の変化をそれぞれ表している。図15に示すように、眉領域BER11のX軸ヒストグラム502は時間的にほとんど変化せず、略一定のフラットな曲線を示し、従ってEFV1、EFV2も殆ど変化しないのに対し、目領域BER21のX軸ヒストグラム502は視線を動かしたり、目を開閉したりすることで、その曲線形状は大きく変化する。そこで、入力画像毎に算出した目評価関数EFV1、EFV2を記憶し、かかる評価関数の所定画素数での変化率を算出し、その変化率が最大なる目候補領域を目と判定する。

【0111】即ち、この実施例においては目の形状の時間的変化による目評価関数の変化で目領域を判定するため、目を閉じた場合等、一つの画像における評価関数値のみの判定では目の抽出が困難な場合においても、目領域を眉や眼鏡等と混同することがなく正確に判定できるという利点がある。また、前記評価関数にピークを示すY座標あるいはSUMXの重心Y座標の領域幅EAWIに対する相対位置を評価関数として加えれば視線変化によっても評価関数値が変化するため、より目領域の抽出精度が高められる。

【0112】実施例5. 図16はさらに他の目領域判定手段における目領域判定のフローチャートを示すもので、ステップS612の後、ステップS630で前記目判定領域BERijの代表点X座標XECと顔重心X座標XFCとの差DETFCXを求めて記憶し、ステップS631で代表点Y座標YECと顔重心Y座標YFCとを比較し、YECの方がYFCより大きければ領域BERijは顔重心の右側にあるとして、ステップS632で右目FLAGを立てた後、ステップS633で差(DETFCY=YEC-YFC)を求めて記憶し、YFCの方がYECより大きければ、ステップS634で左目FLAGを立てた後、ステップS635で差(DETFCY=YFC-YEC)を求めて記憶して、以上の処理を全候補領域について行う。ステップS601で全目判定領域の設定が終了すると、次にステップS636で左目判定領域が存在するか否かを左目FLAGで確認し、領域が存在する場合、ステップS637で左目判定領域BERijを呼び出し、ステップS638で右目判定領域の存在を右目FLAGで確認して、ステップS639で右目判定領域BERmnを呼び出し、ステップS640で領域BERij、BERmnの前記DETFCX、DETFCYの差の各絶対値DX、DYを求めて領域の組み合わせナンバー(i, j)、(m, n)とともに記憶し、ステップS641でDX、DYが各々最大値DXMAX、DYMAXよりともに小であるかどうかを判定する。ここでDX、DYのどちらかが前記最大値以上である場合には領域BERij、BERmnの組は目領域の組ではないとして、ステップS642で右目判定領域を替えて別の組での判定を行い、ステップS638で一つの左目判定領域に対する組み合わせ

が完了したら、ステップS 6 4 3で左目判定領域を替えて上記処理を繰り返す。DX、DYが各々最大値DXMAX、DYM AXよりともに小の場合、さらにステップS 6 4 4でDX、DYがともに最小値であるか否かを判定し、ともに最小値であれば、ステップS 6 4 4で領域BERij、BERmnの組を目領域として最終判定する。DX、DYのどちらかが最小値でない場合は、ステップS 6 4 2に処理を移して同様に右目判定領域を替える。かかる処理において、ステップS 6 3 6で全ての判定領域の組の判定が終了した場合には、目領域の組は無いとしてステップ6 4 6において目見失いFLAGを立てる。

【0 1 1 3】前述のごとく本発明の2値顔画像においては、目存在領域中で目領域が最も顔重心7に近くなるとともに、目領域が顔重心7を通るX軸方向の直線に対し略左右対称に存在する特徴がある。即ち、本実施例においてはかかる特徴に着目して、上述のごとく、顔重心7と目の位置関係をさらに詳しく規定して目領域を判定することでさらに精度良く目を抽出することができる。

【0 1 1 4】実施例6. 図17、図18は目領域抽出に用いる顔重心7を求める顔重心位置検出手段の他の実施例を示すもので、図17は顔重心位置検出手段の動作を表すフローチャート、図18は顔重心位置検出の画像による説明図である。

【0 1 1 5】図において、ステップS 4 1 1で2値画像12のX軸に沿ってY軸方向の画素を積算したY軸ヒストグラムSUMY501を求め、SUMYの値が所定のブロック化閾値SHL以上である領域をステップS 4 1 2で帯状領域55として設定し、ステップS 4 1 3で各帯状領域BiにおけるSUMYのピーク位置XPiを求めて帯状領域代表点座標XCとし、ステップS 4 1 4で各XCの平均値XFCを求める。帯状領域Bi中に2以上のピークが存在する場合には、代表点座標XCは帯状領域Biの境界座標Xis、Xieの中点座標をとるのがよい。次に、ステップS 4 1 5でY軸に沿って各帯状領域BiのX軸方向の画素を積算したX軸ヒストグラムを求め、ステップS 4 1 6で全帯状領域について積算したX軸ヒストグラムSUMX504を求め、ステップS 4 1 7で前記積算したX軸ヒストグラムSUMXの重心Y座標YFCを求め、ステップS 4 1 8で前記XFC、YFCを顔重心位置FCの座標(XFC, YFC)として記憶する。

【0 1 1 6】上記実施例では、顔重心7の演算に同様にヒストグラム演算を多用するとともに、ハードウェア化により演算領域と演算量をともに低減できるため、より高速に顔重心位置の座標を設定できる。

【0 1 1 7】実施例7. 図19、20は目存在領域設定手段の他の実施例を示すもので、図19は顔中心線と顔重心とによる目存在領域の設定を示す2値画像、図20は帯状領域のX軸ヒストグラムSUMXと候補領域設定の説明図である。

【0 1 1 8】図19において、顔特徴領域が抽出された

前記2値画像12では、目領域が顔重心位置FCの近くで顔の縦軸方向中心線の左右に存在することに着目し、2値画像12内で実施例6と同様に帯状領域Bi55を設定した後、2値画像12のY軸ヒストグラムSUMY501の帯状領域Bi55内での重心位置のX座標XBCiを求め、各帯状領域Bi毎に帯内のX軸方向の画素を積算したX軸ヒストグラムSUMX502の重心位置のY座標YBCiを求めて、かかる各帯状領域Biの重心座標BGi(XBCi, YBCi)を結ぶ直線 $Y = mX + Yc$ を顔中心線8とする。重心座標BGiを結ぶ直線を求める方法は最小二乗法を用いればよい。次に、Y軸ヒストグラムSUMY501、X軸ヒストグラムSUMX502より前記実施例6と同じく顔重心位置FCの座標(XFC, YFC)を求め、顔重心位置FCからX座標が顔中心線8に沿ってXECA離れるとともに、Y座標が顔中心線8に垂直な線沿いに顔中心線8より各々YECA、YECA-EACW離れた2点PER、PELを基準とした一辺が顔中心線8に平行で、顔幅方向長EACW、顔縦方向長ECAHなる一組の矩形の目存在領域40を設定し、目の検索領域を限定する。ここで、実施例1と同様EACW、ECAHはカメラと撮影される顔との距離、カメラの画角に応じ、目領域が十分含まれる大きさに設定される。

【0 1 1 9】この実施例においては、演算に実施例6と同様ヒストグラム演算を多用して高速に目存在領域を設定でき、顔中心線8、顔重心7を用いて目存在領域をさらに限定することで目抽出のための演算領域をより低減できるとともに、画像軸に対し顔が傾いた状態でも目を確実に抽出する目存在領域を設定できるという利点がある。

【0 1 2 0】実施例8. 図21、22は目存在領域設定手段のさらに他の実施例を示すもので、図21はこの実施例による目存在領域設定のフローチャート、図22は顔の向きによる2値画像12の変化を示す説明図である。以下この実施例を図18、20を援用して説明する。

【0 1 2 1】図18において、2値画像12のY軸ヒストグラムSUMY501を求め、SUMYの値が所定のブロック化閾値SHL以上である領域を帯状領域55として設定し、図20において各帯状領域BiのY軸に沿って帯内のX軸ヒストグラムSUMX502を求め、SUMXの値が所定のブロック化閾値SHL以上である領域長を切り出して、顔縦方向が帯状領域Biの幅で、顔幅方向が前記領域長である矩形領域を候補領域Bijとして設定し、その対頂角にある開始点座標(Xijs, Yijs)、終了点座標(Xije, Yije)を候補領域Bijのナンバーijとともに記憶する。例えば、帯状領域B1については左の眉に相当する候補領域B11の座標(X11s, Y11s)(X11e, Y11e)と右の眉に相当する候補領域B12の座標(X12s, Y12s)(X12e, Y12e)が各々記憶される。

【0 1 2 2】次に、図21において、ステップS 4 2 1で現在の2値画像12における全候補領域Bijの開始

点、終了点座標を読み出し、ステップS 4 2 2で画像のX、Y軸方向で全候補領域B ijの内の終了点座標の最大値より開始点座標の最小値を引いて全候補領域B ijを含む顔縦方向BAH、顔横方向BAWの矩形の黒ブロック存在領域を設定して記憶する、次にステップS 4 2 3でBAHが所定の画像数内で最大値かどうかを過去の画像の基準値BAH0との比較により判定し、最大値即ちBAHがBAH0より大であればステップS 4 2 4でBAHを新たな基準値BAH0として更新し、ステップS 4 2 5でBAWが最大値かどうかを同様に判定し、最大値であればステップS 4 2 6でBAWを新たな基準値BAW0として更新し、ステップS 4 2 7で基準値BAH0、BAW0を読み出すとともに、ステップS 4 2 8でBAH、BAWと基準値BAH0、BAW0との比KAX、KAYを算出し、ステップS 4 2 9においてかかる比KAX、KAYを用いて、目存在領域の開始座標(XECA, YECA)及び目存在領域の大きさECAH, ECAWを、

$$[式6] \quad XECA = XFC - (XCA0 - CX1 \times (1 - KAX))$$

$$YECA = YFC - (YCA0 - CY1 \times (1 - KAY))$$

$$[式7] \quad ECAH = ECAH0 - CX2 \times (1 - KAX)$$

$$ECAW = ECAW0 - CY2 \times (1 - KAY)$$

で算出する。ここで、CX1、CY1、CX2、CY2は所定の重み定数、XCA0、YCA0は各々KAX=1、KAY=1での所定の基準距離、ECAH0は目存在領域のKAX=1での所定の基準高さ、ECAW0は同じくKAY=1での所定の基準幅を示しているとともに、目存在領域の開始座標は左目のみを示し、右目については記述を省略している。

【0123】図22のごとく、左右の目の間隔は顔の横向きの程度により、目と眉、鼻孔間の距離は顔の上下の向きの程度により異なり、前記黒ブロック存在領域の辺長BAW、BAHは顔が正面を向いた状態で最大値を示す。上記実施例では、かかる正面を向いた顔画像の黒ブロック存在領域の辺長を基準値として目存在領域40の位置、大きさを決めており、目存在領域40を顔の向き、顔の個人差、カメラと顔との距離に応じて最適に設定できるという効果がある。

【0124】上記実施例では、黒ブロック存在領域の辺長の基準値BAH0、BAW0を、画像毎に記憶した前記辺長の所定画像数内での最大辺長としたが、運転時には運転者が前方を注視している状態の頻度が最も高いことに着目して、辺長BAW、BAHを各々適当な区間に区切って各区間の度数を算出し所定画像数内での前記度数が最大値を示すBAW、BAHの区間の中央値を前記辺長の基準値BAH0、BAW0としても同様な効果を期待できる。

【0125】また、上記実施例では、黒ブロック存在領域の辺長BAW、BAHとその基準値BAH0、BAW0との比KAX、KAYにより目存在領域の位置、大きさを設定するようにしたが、1-KAX、1-KAYの代わりに辺長BAH、BAWを代入した式を用いて目存在領域の位置、大きさを設定するようにしても良い。

【0126】実施例9. 前記実施例6、7においては顔

重心位置FCの座標(XFC, YFC)を2値画像12のY軸ヒストグラムSUMY501と、Y軸ヒストグラムSUMY501により設定した帯状領域のX軸ヒストグラムSUMX504から求めたが、前記設定した各候補領域B ijの代表点座標(X Bij, Y Bij)を開始点座標(X ijs, Y ijs)、終了点座標(X ije, Y ije)の midpoint、

$$[式8] \quad X Bij = (X ijs + X ije) / 2$$

$$Y Bij = (Y ijs + Y ije) / 2$$

とし、候補領域B ij内の黒レベル画素数N ijを用いて、

$$[式9] \quad XFC = \sum i \sum j N ij X Bij / \sum i \sum j N ij$$

$$YFC = \sum i \sum j N ij Y Bij / \sum i \sum j N ij$$

として求めてもよい。

【0127】かかる実施例によっても、各候補領域B ijの黒レベルの画素数をカウンタにより高速に積算したのち、少数の乗除算のみで顔重心7の位置FCを求められる等、演算が単純化され高速に顔重心位置の座標を設定できる。

【0128】実施例10. 図23、24は鼻孔の位置を基にした目存在領域設定手段の実施例を示すもので、図23は目存在領域設定を説明する2値画像、図24は鼻孔領域判定の方法を示す説明図である。以下この実施例を図20を援用して説明する。

【0129】図23において、2値画像12内で設定された前記候補領域B ijより左鼻孔領域LNA、右鼻孔領域RNAを抽出し、各領域の代表点座標(XLN, YLN)、(XRN, YRN)の midpoint (XNC, YNC)を求め、目領域と鼻孔領域の位置関係より鼻孔 midpoint (XNC, YNC)を基準として、式3で与えられる2点PER、PELを端点としたY軸方向長EACW、X軸方向長ECAHなる一組の矩形の目存在領域40を設定し、目の検索領域を限定する。

【0130】鼻孔領域LNA、RNAの抽出は以下のようにして行われる。図20において、2値画像12のY軸ヒストグラム501より設定した各帯状領域B i毎にその帯幅のX軸ヒストグラム502を求めて、ブロック化閾値で切り出して候補領域B ijが設定される。候補領域B ijは、本実施例では、各帯状領域B i毎に図20の右列に示した区間番号iの2値形式のメモリBLVに記憶されており、例えばB1に関しては候補領域B11に相当するY11SからY11E間、領域B12に相当するY12SからY12E間が1で他が0としてメモリBLVの区間1に記憶される。

【0131】次に、図24において、各帯状領域B i毎にメモリ内BLVの区間iのFDNN/2離れた3点PL, P0, PRの値を検索しつつY軸に沿って走査し、FDNN離れた両端PL, PRの値が1、 midpoint P0が0である時メモリNBLの前記 midpoint P0位置での値を1とし、それ以外の場合を0としてメモリNBLに記憶する。ここで、上記距離FDNNは予め記憶されている平均的な鼻孔間距離であって本実施例では45画素長に設定している。全帯状領域B iにおいて上記走査を行った結果、前記メモリNBLにおいて値が1となる区間が最も広くなる2候補領域B ij、B ij+1を鼻

孔領域と判定する。図 24 では、帯状領域 B3 において P0 が候補領域 B31 の Y31E よりやや大きな YN31S から候補領域 B32 の Y32S よりやや小さな YN31E までの区間で 1 となるが、これに対し、図 20 の他の各帯状領域 B1、B2、B4 では隣接する候補領域がいずれも距離 FDNN より広く、上記条件より NBL が 1 となる区間は存在しないため、候補領域 B31、B32 が鼻孔領域 LNA、RNA と判定される。

【0132】ここで、鼻孔領域 LNA（あるいは RNA）の代表点座標（XLN, YLN）あるいは（XRN, YRN）として、XLN を鼻孔領域 LNA の属する帯状領域の Y 軸ヒストグラム 501 のピーク位置あるいは重心 X 座標、YLN を鼻孔領域 LNA の X 軸ヒストグラム 502 の重心 Y 座標として求めれば良いが、鼻孔形状が略楕円の左右対称形であるため、さらに簡単に XLN、YLN を式 8 のごとく各々の鼻孔に対応する候補領域の開始、終了点座標の midpoint としても良い。

【0133】上記実施例においては、隣接する候補領域の離間距離と予め設定された鼻孔間距離を比較するという簡単な演算で鼻孔を抽出できるとともに、抽出した鼻孔の上部に目領域が存在することに着目し、鼻孔領域の midpoint を基にその上部に左右に分かれた 2 つの矩形の領域を目存在領域として設定して目抽出のための演算領域を限定することにより、顔特徴領域以外の背景の影響等による黒ブロック領域の存在により、顔重心 7 が通常位置よりずれて、顔重心 7 による目抽出が困難な場合でも、鼻孔を基準に目抽出ができるという利点がある。

【0134】実施例 11. 図 25～30 は鼻孔の位置を基にした目存在領域設定手段の他の実施例を示すもので、図 25 は眼鏡装着時の顔の候補領域及び顔中心線を示す 2 値画像、図 26 は設定された鼻孔存在領域を示す 2 値画像、図 27 はこの実施例による鼻孔存在領域設定の説明図、図 28 はこの実施例による鼻孔領域判定のフローチャート、図 29 は目存在領域が設定された 2 値画像、図 30 はこの実施例による目存在領域設定のフローチャートである。以下、本実施例を図 22 を援用しつつ上記各図により説明する。

【0135】図 25 において、前記実施例と同様に 2 値画像 12 の Y 軸ヒストグラム 501 より帯状領域 Bi を設定し、各帯状領域の X 軸ヒストグラム 502 より候補領域 Bij を設定する。ここで各候補領域 Bij の代表点座標（XBij, YBij）は、同一帯状領域 Bi に存在する候補領域 Bij の代表点 X 座標 XBij を帯状領域 Bi の Y 軸ヒストグラム 501 のピーク値又は重心 X 座標とし、代表点 Y 座標 YBij を各候補領域 Bij の X 軸ヒストグラム 502 の重心 Y 座標として求めて、かかる各代表点座標（XBij, YBij）を最小二乗法を用いて結んだ直線 $Y = mX + Yc$ を顔中心線 8 とする。

【0136】かかる顔中心線 8 の設定方式では、実施例 7 における場合に比較して演算領域が減るため、顔中心

線 7 の設定がより高速に行えらるとともに、代表点座標 XBij、YBij を各々帯状領域 Bi、候補領域 Bij の開始、終了点座標の midpoint として求めることで、演算を単純化してさらに高速に顔中心線 8 を設定できる。

【0137】次に、対で存在する顔の特徴領域の内では、鼻孔領域が顔中心線 8 に最も近接して存在することに着目し、図 26 において、設定された顔中心線 8 に対して離間距離 NCAW/2 が等しい平行線 NCAL、NCAR 間の帯状領域を鼻孔存在領域 80 として設定し、かかる鼻孔存在領域 80 内に存在する候補領域 Bij の内より鼻孔領域を抽出する。ここで、鼻孔存在領域 80 の帯幅 NCAW は前記平均的な鼻孔間距離 FDNN に約 2 倍程度の係数を所定値とすればよく、本実施例では 90 画素長に設定している。図 27 に示す例においては、帯状領域 B4 における 2 候補領域のみが鼻孔領域の候補となる。

【0138】即ち、かかる方式では、鼻孔存在領域 80 により鼻孔領域候補を限定して鼻孔抽出を行うため、少ない演算量で眼鏡等の影響を受けないで容易に鼻孔を抽出できる。

【0139】続いて、かかる鼻孔存在領域 80 の内部に存在する候補領域 Bij の代表点座標（XBij, YBij）を前述のごとく求めて、かかる代表点座標と領域の開始点、終了点座標を用いて鼻孔領域を判定する。図 28 において、最初にステップ S801 で鼻孔領域の候補が存在するか否かを確認し、候補領域 Bij が存在すればステップ S802 でその代表点座標（XBij, YBij）を読み出して、ステップ S803 で他の候補領域 Bkl が存在するか否かを確認し、存在しない場合にはステップ S804 で候補領域のナンバーをインクリメントしてステップ S801～S803 を繰り返す。他の候補領域 Bkl が存在した場合には、ステップ S805 で 2 候補領域 Bij、Bkl の顔横方向の間隔を代表点 Y 座標の差 DBY として求め、ステップ S806 で DBY が所定の範囲内であるかを判定する。ここで、判定範囲 NDMIN、NDMAX は前記平均的な鼻孔間距離 FDNN の各々約 0.6、1.8 倍程度の値とする。2 候補領域 Bij、Bkl が上記条件を満足した場合には、ステップ S807 で各候補領域毎に各領域の開始点座標と終了点座標から領域の高さ NH、領域の幅 NW を求めるとともに領域の縦横形状比 NR を求め、ステップ S808 で NRij、NRkl がともに所定の範囲内である場合、ステップ S809 で 2 候補領域 Bij、Bkl を鼻孔領域 LNA、RNA と判定する。ステップ S806、S808 で条件を満足しない場合には、ステップ S804 に戻り候補領域の組を替えて上記処理を繰り返すが、ステップ S801 で候補領域の組がなくなった場合には、ステップ S810 で鼻孔が検出できなかったとして鼻孔未検出 FLAG を立てる。

【0140】上記のごとき鼻孔抽出方法によれば、鼻孔間隔に加え、他の顔特徴領域に対し大きく異なる鼻孔の形状を評価関数とすることで鼻孔をより精度よく抽出で

きるという利点がある。

【0141】次に、抽出した鼻孔の位置、形状を基に、目存在領域が設定される。図30において、ステップS431で抽出された鼻孔領域LNA、RNAの高さLNH、RNH、幅LNW、RNW及び2鼻孔領域の間隔である代表点Y座標間の距離DNNを読み出し、ステップS432で高さ、幅の各平均値NH、NWを算出し、NH、NWよりステップS433で鼻孔縦横比NRを算出して記憶する。但し、鼻孔判定に鼻孔縦横比NRを用いている場合、判定時に記憶した値を用いればよい。続いて、ステップS434で鼻孔間距離DNN、鼻孔縦横比NRを各々適当な幅で区切った度数分布表に入力してその入力区間の度数を1つインクリメントする。この時、同時に所定画像数の一つ前の画像で入力

$$\begin{aligned} \text{[式10]} \quad \text{XECA} &= \text{XNC} - (\text{XECA0} - \text{CX11} * \text{ABS}(1 - \text{KNR}) + \text{CX12} * (1 - \text{KND})) \\ \text{YECA} &= \text{YNC} - (\text{YECA0} - \text{CY1} * (1 - \text{KND})) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[式11]} \quad \text{ECAH} &= \text{ECAH0} - \text{CX21} * \text{ABS}(1 - \text{KNR}) + \text{CX22} * (1 - \text{KND}) \\ \text{ECAW} &= \text{ECAW0} - \text{CY2} * (1 - \text{KND}) \end{aligned}$$

で算出する。ここで、実施例8と同様、式10は左目の開始座標のみを示しており、CX11、CX12、CY1、CX21、CX22、CY2は所定の重み定数であり、XECA0、YECA0、ECAH0、ECAW0は実施例8と同様の値である。

【0142】上記実施例では、目存在領域40の設定に鼻孔間距離DNN、鼻孔縦横比NRの各基準値と比を用いた場合を示したが、鼻孔間距離DNN、鼻孔縦横比NRそのものを用いても良いし、鼻孔縦横比NRの代わりに $\text{SN} = \text{NH} * \text{NW}$ で定義される鼻孔面積SNあるいは鼻孔面積SNの基準値SNOとの比を用いても良い。

【0143】図22のごとく、目の鼻孔に対する位置関係は鼻孔間距離DNN、鼻孔縦横比NRあるいは鼻孔面積SNにより変化する。上記実施例では、運転時には運転者が前方を注視している状態の頻度が最も高いことに着目して、所定画像数の内で上記DNN、NRあるいはSNが最大頻度を示すDNN、NRあるいはSNを用いることにより、目存在領域40の位置、大きさを決めているため、顔が正面を向くか、あるいは最も高い頻度を示す顔の向きを基準とすることで、目存在領域40を顔の向き、顔の個人差、カメラと画像との距離に応じて最適に設定できるという効果がある。

【0144】実施例12. 上記実施例11においては鼻孔存在領域80の帯幅NCAWを所定の固定値とした場合を示したが、以下のように定めても良い。即ち、図27において帯状領域Bi毎に帯状領域Bi内の各候補領域Bijの代表点Y座標YBijと顔中心線7の帯状領域Biの代表点X座標XBijに対応するY座標との距離DBFYijの平均値DBFYiを求め、この平均値DBFYiの全帯状領域Bi内の最大値と最小値の平均値DBFYを求め、この平均値DBFYを用いて、前記帯幅NCAWを、

$$\text{[式12]} \quad \text{NCAW} = \text{NCAW0} + 2 * \text{CD} * \text{DBFY}$$

で設定する。ここで、NCAW0は約20画素長の所定の基準帯幅であり、CDは約0.6程度の所定の重み係数であ

した区間の度数を1つデクリメントし常に前記所定画像数に対応した度数分布表を形成している。次に、ステップS435で、所定画像数で統計した前記DNN、NRに対応する区間の度数NDNN、NNRが最大度数であるか否かを判定し、度数NDNN、NNRとも最大度数である場合は、ステップS436で鼻孔間距離基準値DNN0、鼻孔縦横比基準値NROをDNN、NR値で更新する。ステップS437ではかかる基準値DNN0、NROを読み出し、ステップS438でDNN、NR値と各基準値DNN0、NROの比KND、KNRを算出して、ステップS438で、図29に示すように、鼻孔中点(XNC, YNC)より距離XECA、YECA離れた点を開始座標とする、高さECAH、幅ECAWの2つの目存在領域40を、

る。但し、内部に候補領域Bijが一つしか存在しない帯状領域Bi、例えば図27のB2やB5については演算処理より除外する。

【0145】上記のような方法によれば鼻孔存在領域を顔の個人差に影響されることなく設定できるという利点がある。

【0146】実施例13. 図31、図32は別の鼻孔抽出の方法を示すものであって、図31は鼻孔存在領域の設定を説明する2値画像を、図32は鼻孔存在領域中でさらに鼻孔を抽出する領域を限定した2値画像を示している。

【0147】図31に示すごとく、本発明の2値画像12内では顔重心7の位置(XFC, YFC)は眼鏡等があっても目領域と鼻孔領域の間に存在することが確認されている。そこで、前記顔重心7よりX軸方向即ち顔の縦方向下部に所定間隔XNCA離れた点を通る顔の横方向の線より下部を鼻孔存在領域81とし、その鼻孔存在領域81に含まれる前記候補領域Bijの内より鼻孔を判定する。この場合、所定間隔XNCAは約20画素程度の固定値としてもよいが、図示するごとく、Y軸ヒストグラムのピーク点を帯状領域Biの代表点X座標XBijとし、各帯状領域のXBijとXFCとの距離DBFXiを求めて、上記間隔XNCAを、

$$\text{[式13]} \quad \text{XNCA} = \text{XNCA0} + \text{CD} * \sum \text{XBij} / n$$

として求めれば、鼻孔存在領域81を顔の個人差に影響されることなく設定できる。ここで、XNCA0は約20画素長の所定の基準値であり、CDは約0.2程度の所定の重み定数、nはY軸ヒストグラムのピーク数である。ここで、CDをピーク数nに応じて段階的に可変にして、nが大きいくほどCDを大とした方が眼鏡等の影響を受けないでより確実に鼻孔領域を限定できる。

【0148】このようにすれば、鼻孔領域抽出のための演算領域を鼻孔存在領域81として限定することで、少

ない演算量で眼鏡等の影響を受けないで容易に鼻孔を抽出できる。

【0149】図32は、前記鼻孔存在領域81中に、さらに鼻孔抽出のための演算領域を限定する鼻孔抽出領域83を設けた場合を示している。鼻孔抽出領域83は前記鼻孔存在領域81の上端を1辺とし、前記鼻孔存在領域81中で最も前記上端に近い一つの帯状領域B_iを含むようY軸ヒストグラム501を用いて高さNCAXが設定され、幅NCAYは前記顔重心7のY座標YFCを中心として、例えば100画素長程度の所定幅に設定される。最後に、鼻孔抽出領域83内部のY軸ヒストグラム501の重心XGと、X軸ヒストグラム502の重心YGが演算され、座標(XG, YG)を鼻孔領域の中点とする。

【0150】即ち、かかる実施例によれば、鼻孔抽出のための演算領域をより限定するとともに、鼻孔領域の中点を前記限定された鼻孔抽出領域内での画素の重心をとるという簡単な演算で求めているため、鼻孔抽出のための演算時間が大幅に短縮できる。

【0151】実施例14. 上記実施例13においては、顔重心より下部領域を鼻孔存在領域81として限定してかかる領域81中に鼻孔抽出領域83を設けた例を示したが、実施例11に示す顔中心線8に平行な帯状の鼻孔存在領域80中でさらに図示しない鼻孔抽出領域83を設けて、上記のごとく鼻孔領域の中点を求めても良い。この場合、鼻孔抽出領域83は顔重心のX座標XFCから下部に所定距離XNCA離れた位置を上端として高さNCAXを上記実施例と同様に設定し、幅NCAYは鼻孔存在領域80の帯幅NCAWと一致させる。かかる実施例によっても、実施例13と同様の効果が得られる。

【0152】実施例15. 図33はさらに別の鼻孔領域判定手段を示す説明図であって、髭あるいは鼻梁の影等により2値画像12において二つの鼻孔領域が連結している場合における鼻孔領域の判定方法を示している。上記各実施例に示す方法にて鼻孔の存在領域を限定しても、候補領域B_{ij}の内より鼻孔が抽出できず鼻孔未検出フラグが立っている状態において、顔中心線8と代表点座標の間隔が約50画素長程度の所定間隔以下に近接した候補領域B_{ij}をまず選定し、図示するごとく、かかる候補領域B_{ij}のX軸方向終点座標Y_{ijE}を減じることにより顔の縦軸方向辺長を顔の下部方向から減じると同時に、減じた領域内でのX軸ヒストグラムSUMX502を演算し、SUMXが所定の閾値以上となる領域を調べる。上記限定により前記領域が分離された場合、かかる分離領域を新たに候補領域BB_{ij}、BB_{ij+1}とし、例えば実施例10の図24で説明した方法を用いて鼻孔領域を再度判定して鼻孔を抽出する。

【0153】かかる方法によれば、髭あるいは鼻梁の影等による鼻孔の連結が生じている画像であっても、これらの影響を除去して鼻孔を精度よく抽出できる。

【0154】また、前記各実施例においては帯状領域あ

るいは候補領域を決定するヒストグラムの閾値SHLを所定の値として説明したが、各ヒストグラムピーク領域毎に閾値SHLをピーク値に応じて可変にすれば複数のピークが出現する複雑なヒストグラム曲線においても帯状領域あるいは候補領域の分離が容易になる。

【0155】実施例16. 図34、図35は候補領域設定手段の他の実施例を示すもので、図34はラベリングによる候補領域設定の説明図、図35は候補領域が設定された2値画像を示している。

【0156】2値画像12において、図34の(a)に示すように、Y軸に沿ってX軸走査して黒画素が存在するか否かを調べ、各X軸で最初に存在する黒画素にラベル1を付けるとともに、X軸方向に離れて存在する黒画素ごとにインクリメントしたラベルiを、隣接した黒画素に同一ラベルiを付ける。図では眉領域57aと鼻孔領域57cの黒画素ブロックがラベル1になるのに対し、目領域57bでは目上辺の黒画素の部分と黒目の黒画素の部分の一部が離れているために2、3と一部異なるラベルが付けられる。そこで、図34の(b)に示すように、次にX軸に沿ってY軸走査してY方向に隣接する画素を比較し、異なったラベルが付けられている場合には小さいラベル番号に統一され、独立した黒ブロックに同一ラベルが付けられている場合には端点Y座標が小さいもののほど小さいラベル番号となるようラベルを変更するとともに、黒画素ブロックの黒画素数が所定値より小なるものについてはラベルを消去しつつラベル番号を更新する。例えば、図35では左眉、左目、口裂、左鼻孔、右鼻孔、右眉、右目の順に昇順にラベルが付けられる。次に、各ラベルiが付けられた黒画素ブロックを包含する矩形領域を黒画素ブロックのX、Y軸方向の各端点座標から設定し、候補領域B_iが設定される。かかる候補領域B_i中より上記各実施例と同様に鼻孔領域、目領域を判定する。

【0157】尚、図においては2値画像12全体についてラベリング処理を行って候補領域B_iを設定する場合を示したが、鼻孔存在領域80、81あるいは目存在領域40の内でのみ上記ラベリング処理を行って鼻孔領域あるいは目領域を判定するようにしても良い。

【0158】かかる実施例によれば、複雑な形状の眼鏡や髭等の存在で、黒画素ブロックが複雑に入り組んでいる場合においても、容易に候補領域B_iを設定できる。

【0159】実施例17. 図36は顔中心線8を求める他の方法の実施例を示すもので、上記の各実施例において同様に設定した各候補領域B_i56の代表点(XB_i, YB_i)から画像のY軸を中心として所定の角度±θの範囲にある他の候補領域B_jの代表点(XB_j, YB_j)との中点座標(XBC_{ij}, YBC_{ij})を各々算出し、かかる各中点座標(XBC_{ij}, YBC_{ij})を結ぶ直線を顔中心線8とする。

【0160】かかる実施例によれば、顔が多少傾いた画像においても、同様に演算を単純化して高速に顔の縦軸

方向中心線を算出できる。

【0161】実施例18. 図37、図38は画像中での演算領域を限定する候補存在領域設定手段の実施例を示しており、図37は候補存在領域を示す2値画像、図38は前記候補存在領域中での目存在領域を示す2値画像である。

【0162】図37において、実施例1の式2を用いて2値画像12の全体の黒画素重心位置GMCの座標(XGC, YGC)を求める。かかる重心位置GMCは、薄暮、夕暮れ等カメラaの撮影光量が十分でなく画面にノイズがやや多い図37のような場合や、車両の運転者の顔が中央に映らず後方のバックレスト等の細かい模様の一部が画面に映り込む場合は、GMCが顔重心7に近いものの、実際の顔重心位置よりずれる場合がある。そこで、GMCを中心としてX軸方向に各々+XLCA、-XUCA離れ、Y軸方向に各々+YLCA、-YRCA離れたX、Y軸に辺が平行な矩形領域を候補存在領域43として設定する。ここで、図37のごとく、候補存在領域43の各辺長は顔の特徴領域が含まれるようXLCA>XUCA、YLCA=YRCAなる所定値に設定される。本実施例では、XLCA、XUCA、YLCAを各々200画素長、120画素長、150画素長としている。かかる候補存在領域43の内部で、図38に示すごとく、前記実施例と同様に顔重心7の位置FC(XFC, YFC)を求め、FCを基準として目存在領域40を設定する。

【0163】かかる実施例によれば、演算領域を限定するとともに顔の特徴領域以外の背景等による抽出黒ブロックやノイズの影響を排除して、目抽出を行えるという利点がある。

【0164】実施例19. 図39~41はこの発明の顔画像の処理装置の他の実施例を示すものであり、図39は顔画像処理全体の詳細構成図、図40はY軸方向フィルタ処理後の2値画像、図41は画像論理積演算後の2値画像である。以下、この実施例を、図10、図11を援用しつつ説明する。

【0165】図39において、図10に示す入力顔画像は、画像入力手段1からデジタル階調画像として出力された後二分割される。その一方は、第一の濃淡レベル変換手段2aのX軸平均化フィルタ21aに入力され、隣接した3画素の画素レベルが平均化され高空間周波数のノイズが除去された後、信号が二分され、一方の信号は画素MAXフィルタ22a、画素MINフィルタ23aを通過してから差分演算回路としての引き算器24aに入力され、他方の信号は引き算器24aにそのまま入力されて、引き算器24aからは二つの差信号が出力されて、出力信号は第一の浮動2値化手段3aの2値化手段32a及び閾値演算手段31aにそれぞれ入力され、2値化手段32aにおいて閾値演算手段31aで設定された閾値で2値化され、図11のごとく、X軸に沿った前記フィルタ長以下の領域の黒レベルのみが抽出された2値画像となる。かかる2値画像は2値画像フレームメモリ11に入力される。

前記画像入力手段1により二分された他方の出力は、一旦フレームメモリ15に入力された後、Y軸方向に走査して読み出され、第二の濃淡レベル変換手段2bのY軸平均化フィルタ21bに入力されて同様に隣接した3画素の画素レベルが平均化された後、同様に他方の画素MAXフィルタ22b、画素MINフィルタ23b、差分演算回路としての引き算器24bを通過し、第二の浮動2値化手段3bの2値化手段32bにおいて、閾値演算手段31bで設定された閾値で2値化され、図40のごとく、Y軸に沿った前記フィルタ長以下の領域の黒レベルのみが抽出された2値画像となる。ここで、前記フィルタ長は実施例1と同様28画素長に設定されている。

【0166】次に、2値画像フレームメモリ11に入力された図11に示す2値画像と、他方の2値化手段32bから出力される図40に示す2値画像とを、画像論理積演算手段25により論理積演算して、両2値画像において黒画素が重なる領域のみを抽出し、図41に示す画像を得る。かかる画像においては、X軸、Y軸両方向に28画素長以下の大きさを持つ領域のみが抽出されるため、眼鏡、髭等があっても黒目、鼻孔が容易に抽出される。最後にかかる2値画像が再度2値画像フレームメモリ11に記憶され、微小黒ブロック消去手段16により10画素以下の眼鏡枠の角部等の微小黒ブロックを除去した後、実施例1と同様の処理を行い目領域を抽出する。

【0167】上記実施例においては、実施例1と同様、太陽光による陰等の外乱に左右されることなく2値化が行われて略顔の特徴領域のみを安定的に抽出できるとともに、略黒目、鼻孔領域のみが残るようにして目の抽出確率を高めて、目の抽出をさらに精度よく行うことができる。

【0168】尚上記各実施例においてはカメラにCCD固体撮像素子を用いた場合を示したが、他の固体撮像素子あるいは撮像管を用いても良く、また本発明を自動車等の車両の運転者に限らず、他の一般的な人間の顔画像の処理装置にも適用できることはいうまでもない。

【0169】

【発明の効果】この発明は、以上のように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

【0170】請求項1の発明によれば、顔画像を撮像するカメラと、そのカメラより映像信号を入力する画像入力手段と、その画像入力手段から入力された顔画像の少なくとも顔の縦方向に近い一方の画像軸方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する濃淡レベル変換手段と、その濃淡レベル変換手段の出力画像を浮動2値化する浮動2値化手段と、前記浮動2値化後の2値画像内で目領域の存在位置を設定する目存在領域設定手段と、前記目存在領域内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記候補領域の内から

目領域を判定する目領域判定手段とを備えたので、太陽光による陰影の影響や顔の個人差の影響を受けることなく、目の抽出を高速に、精度よく行える安価な顔画像処理装置を得ることができる。

【0171】請求項2の発明によれば、前記濃淡レベル変換手段における黒レベル抽出方向を画素走査方向と一致させることにより、画素濃淡レベル変換をより高速に行うことができる。

【0172】請求項3の発明によれば、顔画像を撮像するカメラと、そのカメラより映像信号を入力する画像入力手段、その画像入力手段から入力された顔画像のX軸方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する第一の濃淡レベル変換手段と、その第一の濃淡レベル変換手段の出力画像を浮動2値化する第一の浮動2値化手段と、X軸に垂直なY軸方向の目の上下幅に対応する所定長以下の領域の黒レベルを抽出する第二の濃淡レベル変換手段と、その第二の濃淡レベル変換手段の出力画像を浮動2値化する第二の浮動2値化手段と、前記第一及び第二の浮動2値化手段からの2値画像を乗算する画像論理積演算手段と、画像乗算後の2値画像内で目領域の存在位置を設定する目存在領域設定手段と、前記目存在領域内で一つ以上の候補領域を設定する候補領域設定手段と、前記候補領域の内から目領域を判定する目領域判定手段とを備えたので、略黒目、鼻孔領域のみが残るようにして目の抽出確率を高めて、目の抽出を容易により精度よく行える顔画像の処理装置を得ることができる。

【0173】請求項4の発明によれば、前記濃淡レベル変換手段を、連続した所定画素長の画素レベルの最大値をとる最大値フィルタと、最大値フィルタの出力の前記所定画素長の画素レベルの最小値をとる最小値フィルタと、前記最小値フィルタの出力と入力顔画像を差分する引き算器とから構成したので、画素濃淡レベル変換の高速処理のためのハードウェア化が容易に且つ安価に実現できる。

【0174】請求項5の発明によれば、前記濃淡レベル変換手段は、所定画素数飛びの所定画素長の画素レベルの最大値をとる最大値フィルタと、最大値フィルタの出力の前記所定画素数飛びの所定画素長の画素レベルの最小値をとる最小値フィルタと、前記最小値フィルタの出力と入力顔画像を差分する引き算器から構成したので、濃淡レベル変換手段の回路規模をさらに低減できる。

【0175】請求項6の発明によれば、前記浮動2値化手段における2値化閾値を、少なくとも各画素走査軸方向の前走査ライン上の画素レベルの重み付きピーク値及び重み付き平均値の和の関数値とすることにより、画像の部分的濃度分布に応じた的確な2値化ができる。

【0176】請求項7の発明によれば、前記2値画像内での顔重心検出手段を備え、顔重心位置より所定距離離れた顔の左右2つの点を基点とした顔の縦、横方向に各

々所定長さの2つの矩形の目存在領域を設定するようにしたので、目抽出のための演算領域を限定することで演算時間を短縮できる。

【0177】請求項8の発明によれば、前記2値画像内での顔重心検出手段と、顔中心線検出手段とを備え、顔重心位置より所定距離離れた顔の左右2つの点を基点とし一辺が前記顔中心線に平行で顔の縦、横方向に各々所定長さの2つの矩形の目存在領域を設定するようにしたので、目存在領域をさらに限定することでより演算時間を短縮できるとともに、画像軸に対し顔が傾いた状態でも目を確実に抽出できる。

【0178】請求項9の発明によれば、前記2値画像内での鼻孔領域判定手段を備え、顔の左右の鼻孔領域の中点より顔の上部の所定距離離れた顔の左右2つの点を基点とした顔の縦、横方向に各々所定長さの2つの矩形の目存在領域を設定するようにしたので、目抽出のための演算領域を限定することで同様に演算時間を短縮できるとともに、顔重心による目抽出が困難な場合でも、鼻孔を基準に目抽出を行うことができる。

【0179】請求項10の発明によれば、前記候補領域内における顔縦軸ヒストグラム算出手段を備え、顔縦軸ヒストグラムの大きさの代表値及び形状の代表値の双方を評価関数として目領域か否かを判定するようにしたので、目領域を高速且つ精度良く判定できる。

【0180】請求項11の発明によれば、前記左右2つの矩形の目存在領域内で前記各候補領域の評価関数値を画像毎に記憶する記憶手段を備え、記憶された前記評価関数値の所定画像数内での変化が最大である各候補領域を目と判定するようにしたので、眉や眼鏡等と混同することなく目を判定できる。

【0181】請求項12の発明によれば、前記矩形の目存在領域内で目と判定された候補領域の代表点算出手段を備え、目と判定された候補領域の代表点位置と前記顔重心との距離が最小な候補領域を最終的に目と判定するようにしたので、目の抽出精度を向上できる。

【0182】請求項13の発明によれば、前記左右2つの矩形の目存在領域内で各々目と判定された候補領域の代表点算出手段を備え、左右の目と判定された候補領域の各代表点位置と前記顔重心との距離の差が所定値より小さく且つ前記距離の差が最小な左右各1の候補領域を最終的に目と判定するようにしたので、目の抽出精度をさらに向上できる。

【0183】請求項14の発明によれば、前記2値画像内での候補領域設定手段と、顔中心線検出手段と、顔中心線の左右に所定の等平行間隔に設けた鼻孔存在領域設定手段とを備え、鼻孔存在領域に含まれる候補領域の内より鼻孔を判定するようにしたので、少ない演算量で眼鏡等の影響を受けないで容易に鼻孔を抽出できる。

【0184】請求項15の発明によれば、候補領域代表点演算手段を備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候

補領域の顔横軸方向代表点座標と顔中心線の顔の横軸方向座標までの平均距離を求め、前記平行線間の間隔を前記平均距離の関数とするようにしたので、鼻孔存在領域を顔の個人差に影響されことなく設定できる。

【0185】請求項16の発明によれば、前記2値画像内での候補領域設定手段と、顔重心検出手段と、顔重心より顔の縦方向下部に所定間隔離れた点を通る顔の横方向の線より下部を鼻孔存在領域とする鼻孔存在領域設定手段とを備え、前記鼻孔存在領域に含まれる前記候補領域の内より鼻孔を判定するようにしたので、同様に少ない演算量で眼鏡等の影響を受けないで容易に鼻孔を抽出できる。

【0186】請求項17の発明によれば、前記2値画像内での候補領域代表点演算手段と、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域を一つの帯状領域とし前記顔縦軸方向代表点座標を前記帯状領域の顔縦軸方向代表点座標とする帯状領域代表点演算手段を備え、前記所定間隔を前記帯状領域の領域数と各帯状領域代表点と前記顔重心の顔縦軸方向座標間の距離を基に決定するようにしたので、同様に鼻孔存在領域を顔の個人差に影響されことなく設定できる。

【0187】請求項18の発明によれば、前記鼻孔存在領域内で鼻孔を抽出する演算領域を規定する鼻孔抽出領域限定手段を備え、限定された鼻孔抽出領域内での画素の重心を鼻孔領域の中点とするようにしたので、鼻孔抽出のための演算時間を大幅に短縮できる。

【0188】請求項19の発明によれば、候補領域設定手段と、候補領域代表点演算手段を備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向離間距離を演算して、顔横軸方向離間距離と予め設定された鼻孔間距離を比較して鼻孔を判定するようにしたので、簡単な演算で鼻孔を高速に抽出できる。

【0189】請求項20の発明によれば、候補領域設定手段と、候補領域代表点演算手段を備え、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域の顔横軸方向代表点座標間の距離と前記候補領域の縦横形状比を演算して、顔横軸方向代表点座標間の距離と前記候補領域の縦横形状比を鼻孔領域判定の評価関数とするようにしたので、鼻孔を精度よく検出できる。

【0190】請求項21の発明によれば、候補領域設定手段と、各候補領域の顔の縦軸方向辺長を顔の下部方向から減ずる候補領域限定手段と、前記限定した各候補領域内での顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、候補領域限定手段により顔の縦軸方向辺長を減じたときの顔縦軸ヒストグラムの形状変化より鼻孔領域を判定するようにしたので、髭あるいは鼻梁の影等による鼻孔の連結が生じている画像であっても、これらの影響を除去して鼻孔を精度よく抽出できる。

【0191】請求項22の発明によれば、前記顔重心位置の座標を、前記2値画像内の画素の重心座標とするよ

うにしたので、簡単な演算で高速に顔重心位置を求められる。

【0192】請求項23の発明によれば、前記2値画像内での顔横軸ヒストグラム算出手段と、顔の縦軸に平行な帯状領域を設定する帯状領域設定手段と、帯状領域の顔縦軸方向代表点座標を求める帯状領域代表点演算手段と、前記帯状領域内で顔の縦軸方向の帯幅内の2値レベルを全ての帯状領域について積算する顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、顔重心位置のX座標を各帯状領域代表点の平均座標とし、Y座標を顔縦軸ヒストグラムの重心座標とするようにしたので、演算領域と演算量とともに低減して高速に顔重心位置の座標を設定できる。

【0193】請求項24の発明によれば、前記2値画像内での候補領域設定手段を備え、前記顔重心位置の座標(Xg、Yg)を、各候補領域の黒レベル画素数Ni、各候補領域iの代表点の座標(Xi、Yi)、候補領域iの数mを用いて、

$$X_g = \sum m N_i X_i / \sum N_i$$

$$Y_g = \sum m N_i Y_i / \sum N_i$$

として求めるようにしたので、演算を単純化でき高速に顔重心位置の座標を設定できる。

【0194】請求項25の発明によれば、前記2値画像内での顔横軸ヒストグラム算出手段と、顔の横軸に平行な少なくとも一つ以上の帯状領域設定手段と、各帯状領域内の画素の重心位置を演算する帯状領域重心検出手段とを備え、各帯状領域重心の位置より顔の縦軸方向中心線を算出するようにしたので、演算領域を限定して演算量を低減し高速に顔の縦軸方向中心線を算出できる。

【0195】請求項26の発明によれば、前記2値画像内での候補領域設定手段と、候補領域代表点演算手段と、顔縦軸方向代表点座標が等しい各候補領域を一つの帯状領域として前記帯状領域内の各候補領域の顔横軸方向代表点座標の平均値を求めて前記帯状領域の顔横軸方向代表点座標とする帯状領域代表点演算手段とを備え、各帯状領域代表点の位置より顔の縦軸方向中心線を算出するようにしたので、演算領域を限定するとともにより高速に顔の縦軸方向中心線を算出する。

【0196】請求項27の発明によれば、前記2値画像内での候補領域設定手段と、候補領域代表点演算手段と、各候補領域の代表点より画像のY軸を中心として所定の角度範囲にある他の候補領域の代表点との中点座標を算出する顔中心線候補点演算手段とを備え、各顔中心線候補点の位置より顔の縦軸方向中心線を算出するようにしたので、顔が多少傾いた画像においても同様に高速に顔の縦軸方向中心線を算出できる。

【0197】請求項28の発明によれば、前記2値画像内での全画素の重心位置を算出する第一の重心検出手段と、候補存在領域設定手段とを備え、前記候補存在領域内で前記目存在領域を設定しあるいは前記目存在領域を

設定する前記顔重心位置又は前記顔中心線又は前記鼻孔領域を求めるようにしたので、顔の特徴領域以外の背景等による抽出黒ブロックやノイズが目抽出に与える影響を軽減できる。

【0198】請求項29の発明によれば、前記2値画像内で黒レベル画素が所定画素数以上連結してなる各黒ブロック領域のX、Y軸方向端点の最小値及び最大値をX、Y軸方向端点とする矩形領域を黒ブロック存在領域として規定し、前記目存在領域の開始座標及び各辺長を、黒ブロック存在領域の開始座標、及び、黒ブロック存在領域の各辺長あるいは各辺長と各辺長基準値との比、の関数とするようにしたので、目存在領域をカメラと顔との距離、顔の個人差、向きに応じて設定できる。

【0199】請求項30の発明によれば、前記黒ブロック存在領域の辺長を画像毎に記憶する記憶手段を備え、前記辺長の基準値を、記憶された辺長の所定画像数内での最大値あるいは最大頻度を示す値とするようにしたので、顔の向きに応じて目存在領域を最適に設定できる。

【0200】請求項31の発明によれば、目存在領域の顔の横軸方向開始座標及び辺長を、前記鼻孔領域判定手段により抽出した鼻孔領域の間隔、あるいは、鼻孔領域の間隔の基準値との比、の関数とするようにしたので、目存在領域をカメラと顔との距離、顔の向きに応じて設定できる。

【0201】請求項32の発明によれば、目存在領域の顔の縦軸方向開始座標及び辺長を、前記鼻孔領域判定手段により抽出した鼻孔領域の間隔、及び鼻孔領域の面積あるいは鼻孔領域の縦横形状比、あるいは、鼻孔領域の間隔の基準値との比、及び鼻孔領域の面積の基準値との比あるいは鼻孔領域の縦横形状比の基準値との比、の関数としたので、顔の向きに応じて目存在領域を最適に設定できる。

【0202】請求項33の発明によれば、鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の面積、鼻孔領域の縦横形状比の各基準値を、記憶された鼻孔領域の間隔、鼻孔領域の各辺長より求めた所定画像数内での鼻孔領域の間隔の最大値、あるいは所定画像数内での鼻孔領域の間隔、及び鼻孔領域の面積あるいは鼻孔領域の縦横形状比が最大頻度を示す値として、顔が正面を向くか最も高い頻度を示す顔の向きを基準としたので、顔の向きに応じて目存在領域を最適に設定することができる。

【0203】請求項34の発明によれば、顔横軸ヒストグラム算出手段と、顔の縦軸に平行な帯状領域設定手段と、前記帯状領域内での顔縦軸ヒストグラム算出手段とを備え、前記帯幅を一辺とし顔縦軸ヒストグラムより求めた顔横軸方向の領域長を他辺とする矩形の候補領域を設定するようにしたので、演算のハードウェア化が容易で高速に候補領域を設定できる。

【0204】請求項35の発明によれば、2値画像の黒レベル画素が所定画素数以上集合した孤立黒ブロック領

域をラベリングにより抽出する黒ブロック領域抽出手段を備えるとともに、前記ラベル化した黒ブロック領域のX軸方向端部、Y軸方向端部を囲む矩形の候補領域を設定するようにしたので、複雑な形状な眼鏡や髭等の存在しても容易に候補領域を設定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1実施例の顔画像の処理装置を含む運転者の状態検出の概略構成図である。

【図2】 第1実施例の顔画像の処理装置における顔画像処理全体の詳細構成図である。

【図3】 第1実施例のMAX/MINフィルタの回路構成図である。

【図4】 第1実施例の画像の濃淡レベル変換及び2値化の説明図である。

【図5】 第1実施例の浮動2値化手段の閾値演算フローチャートである。

【図6】 第1実施例の目存在領域設定の説明図である。

【図7】 第1実施例の目存在領域帯設定の説明図である。

【図8】 第1実施例の目候補領域のX軸ヒストグラムである。

【図9】 第1実施例の目領域判定のフローチャートである。

【図10】 第1実施例の眼鏡装着時の顔画像である。

【図11】 第1実施例の眼鏡装着時顔画像の2値画像である。

【図12】 第1実施例の目存在領域中の目候補領域を示す2値画像である。

【図13】 他の実施例を示すMAX/MINフィルタの回路構成図である。

【図14】 他の目領域判定手段を示す説明図である。

【図15】 さらに他の目領域判定手段を示す説明図である。

【図16】 さらに他の目領域判定手段における目領域判定のフローチャートである。

【図17】 他の顔重心位置検出手段のフローチャートである。

【図18】 他の顔重心位置検出の画像での説明図である。

【図19】 顔中心線と顔重心による他の目存在領域の設定を示す2値画像である。

【図20】 帯状領域のX軸ヒストグラムと候補領域設定の説明図である。

【図21】 他の目存在領域設定のフローチャートである。

【図22】 顔の向きによる2値画像12の変化を示す説明図である。

【図23】 さらに他の目存在領域設定を説明する2値画像である。

【図 24】 鼻孔領域判定の方法を示す説明図である。

【図 25】 眼鏡装着時の顔の候補領域及び顔中心線を示す 2 値画像である。

【図 26】 設定された鼻孔存在領域を示す 2 値画像である。

【図 27】 鼻孔存在領域設定の説明図である。

【図 28】 別の鼻孔領域判定のフローチャートである。

【図 29】 目存在領域が設定された 2 値画像である。

【図 30】 別の目存在領域設定のフローチャートである。

【図 31】 他の鼻孔存在領域の設定を説明する 2 値画像である。

【図 32】 鼻孔存在領域中でさらに鼻孔を抽出する領域を限定した 2 値画像である。

【図 33】 さらに別の鼻孔領域判定手段を示す説明図である。

【図 34】 ラベリングによる候補領域設定の説明図である。

【図 35】 ラベリングによる候補領域が設定された 2 値画像である。

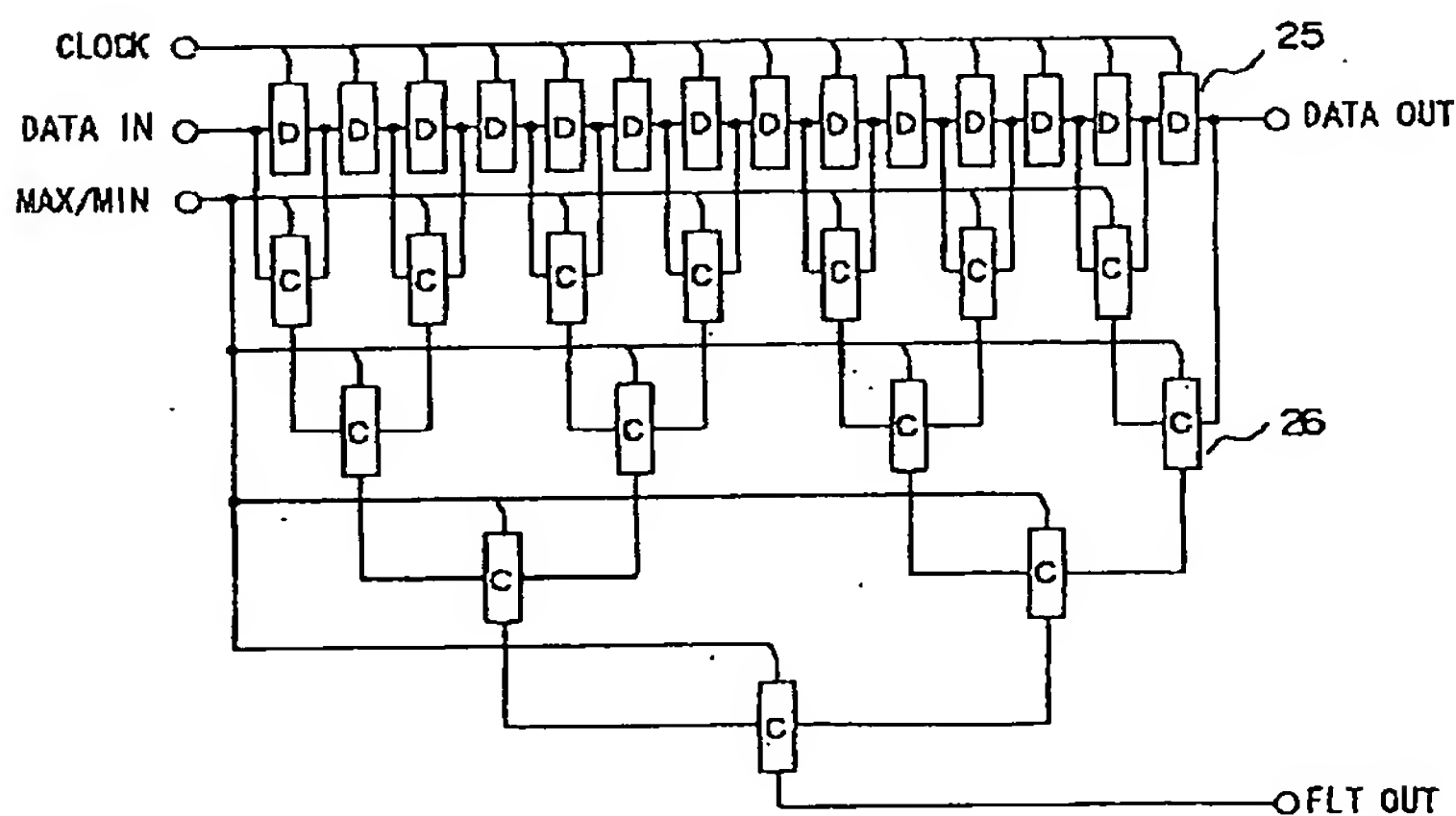
【図 36】 顔中心線を求める他の方法の実施例を説明する 2 値画像である。

【図 37】 候補存在領域を示す 2 値画像である。

【図 38】 候補存在領域中での目存在領域を示す 2 値画像である。

【図 39】 他の実施例の顔画像処理全体の詳細構成図である。

【図 3】



【図 40】 他の実施例の Y 軸方向フィルタ処理後の 2 値画像である。

【図 41】 他の実施例の画像論理積演算後の 2 値画像である。

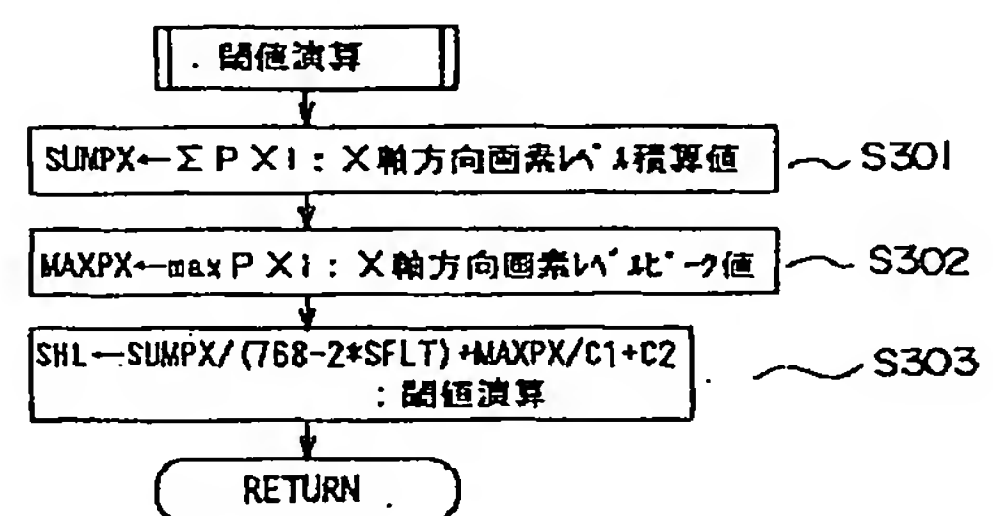
【図 42】 従来例における運転者の状態検出のフローチャートである。

【図 43】 従来例における画像 2 値化時の説明図である。

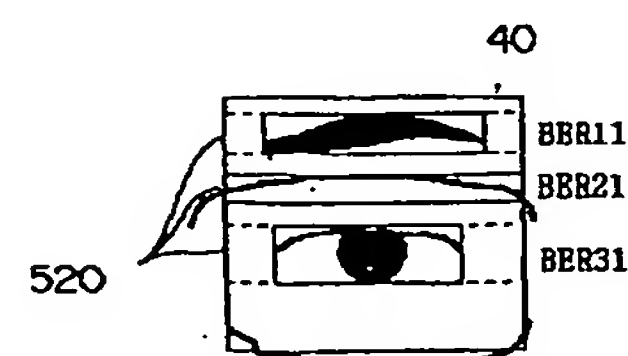
【符号の説明】

a カメラ、b 顔画像処理装置、1 画像入力手段、2, 2a, 2b 濃淡レベル変換手段、3, 3a, 3b 浮動 2 値化手段、4 目存在領域設定手段、5 候補領域設定手段、6 目領域判定手段、7 顔重心、8 顔中心線、16 微小黒ブロック消去手段、22 画素 MAX フィルタ、23 画素 MIN フィルタ、24 引き算器、25 画像論理積演算手段、31 閾値演算手段、32 2 値化手段、40 目存在領域、41 顔重心位置検出手段、42 目存在領域規定手段、43 候補存在領域、50 目候補領域、51 目存在領域内 Y 軸ヒスト算出手段、501 Y 軸ヒストグラム、52 目候補領域帯設定手段、520 目候補領域帯、53 目候補領域内 X 軸ヒスト算出手段、502, 504 X 軸ヒストグラム、54 目候補領域設定手段、55 候補領域帯、56 候補領域、57a, 57b, 57c 黒画素ブロック、61 目評価関数設定手段、62 目領域選定手段、80, 81 鼻孔存在領域、83 鼻孔抽出領域。

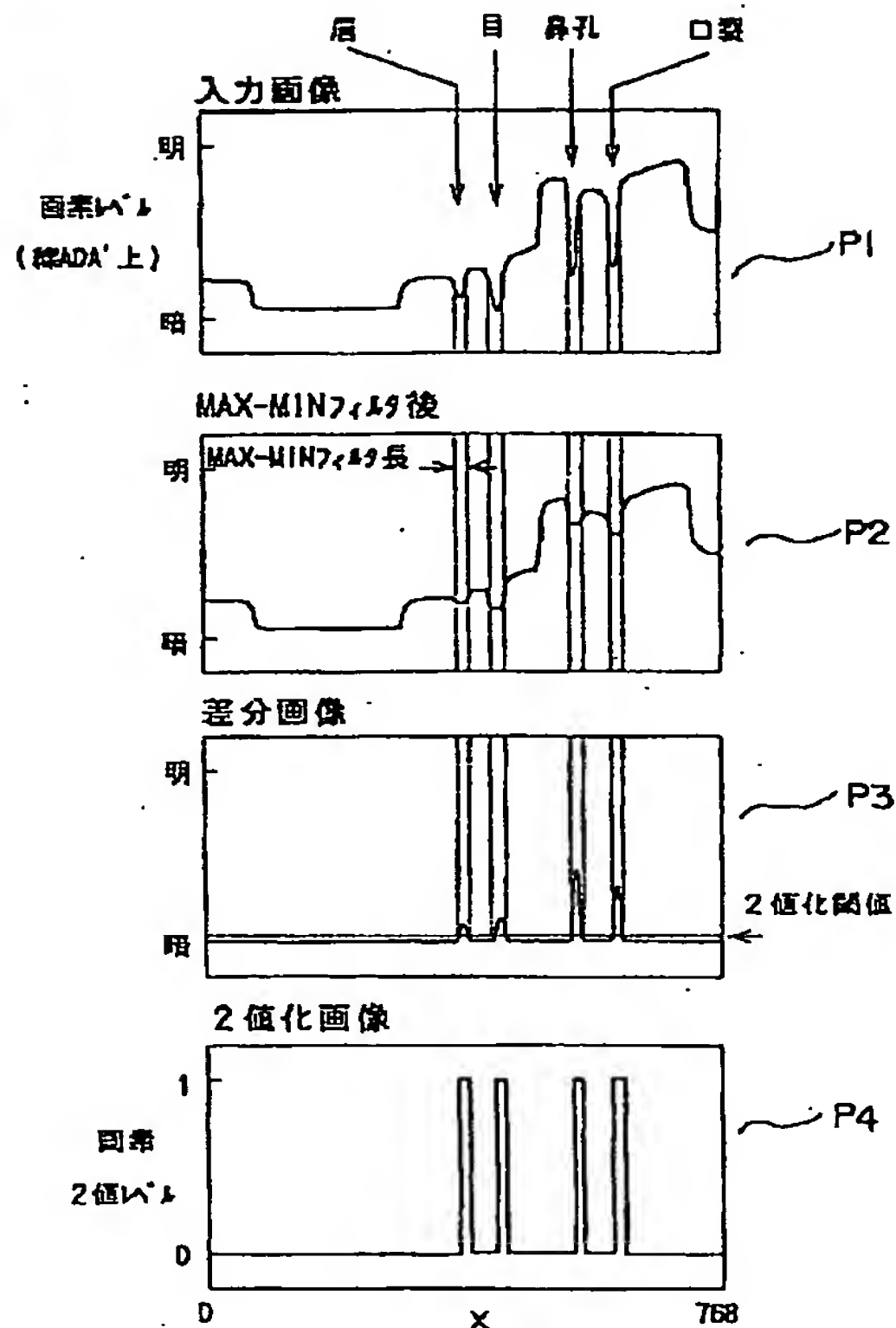
【図 5】



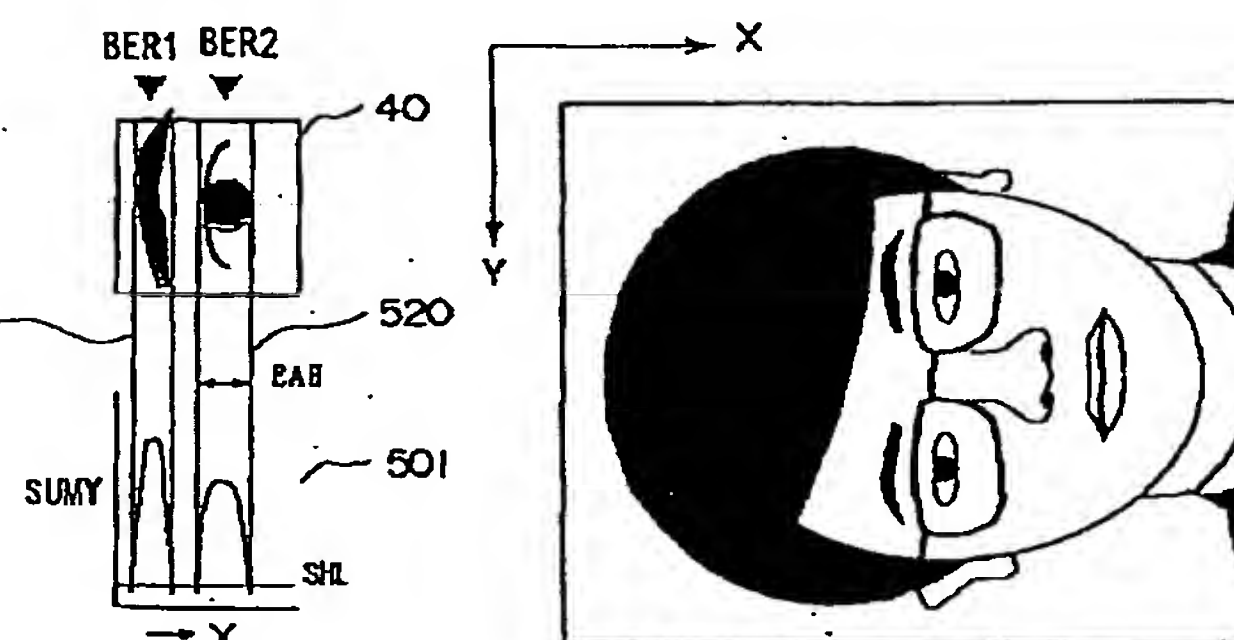
【図 12】



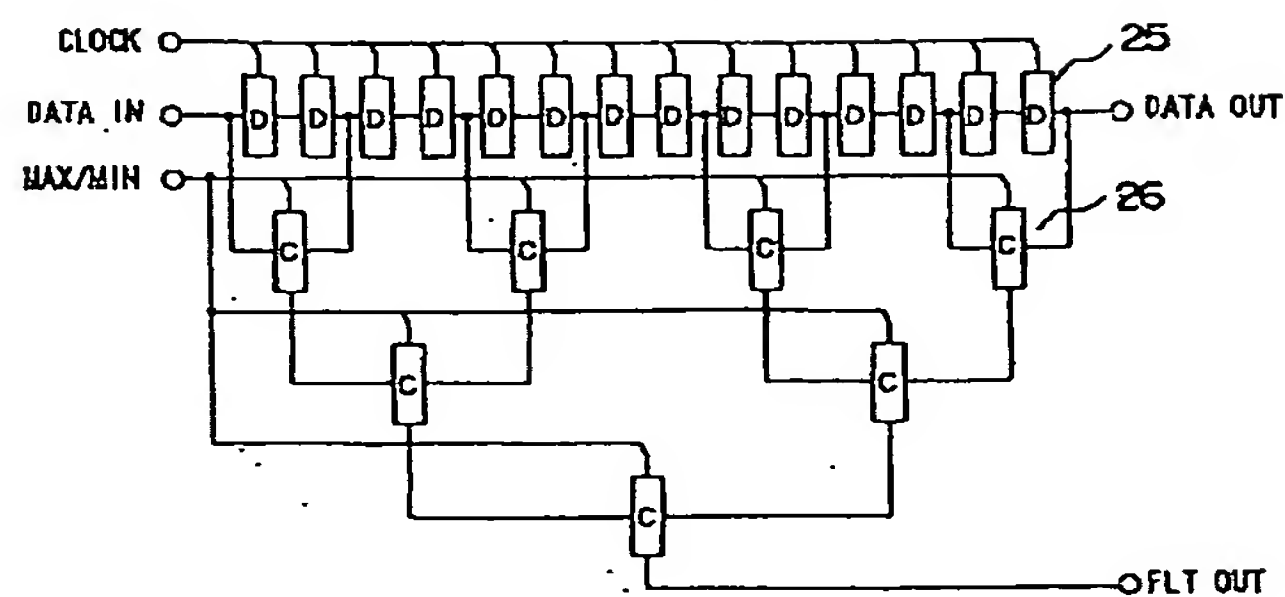
【図 4】



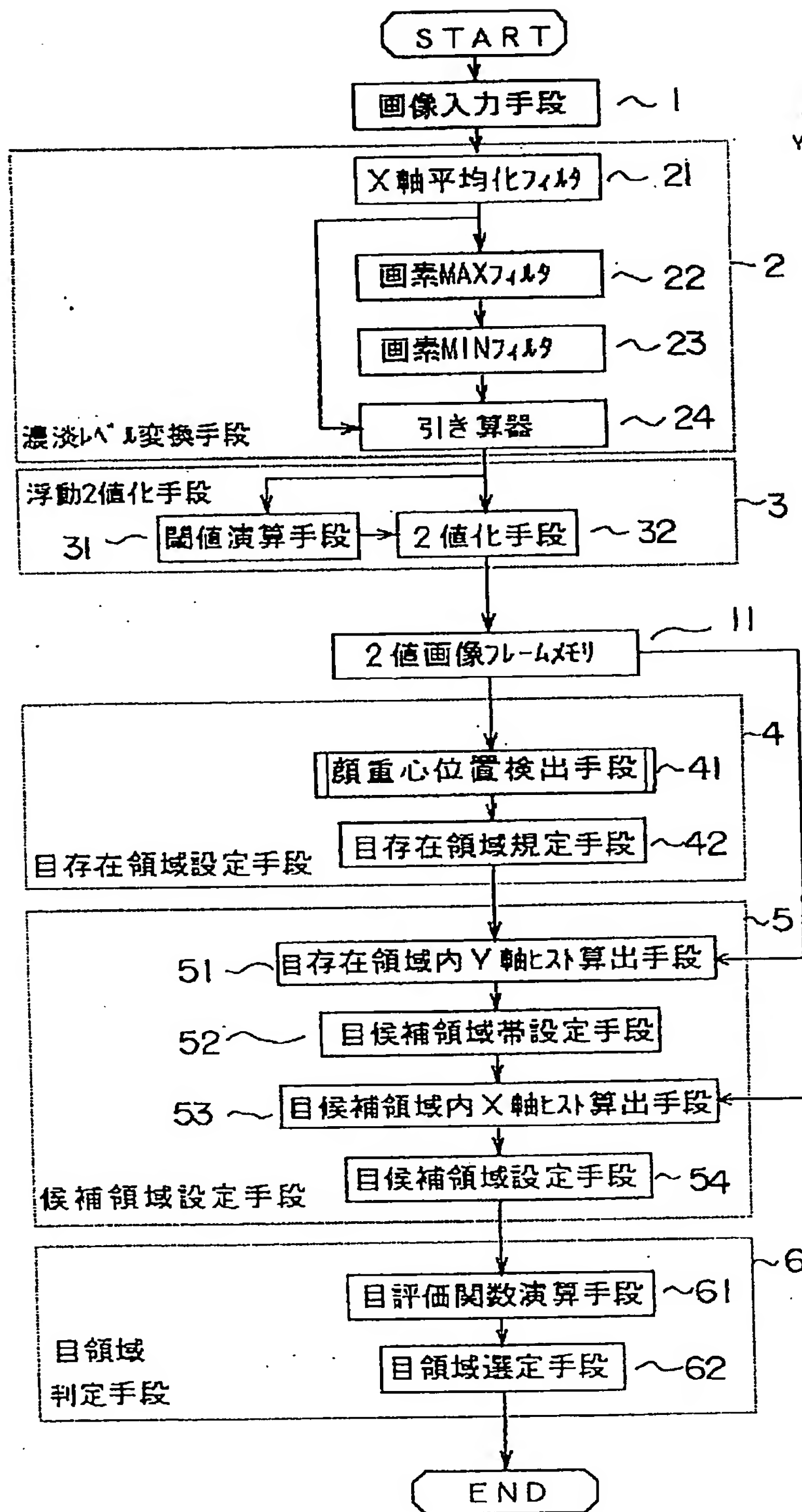
【图 10】



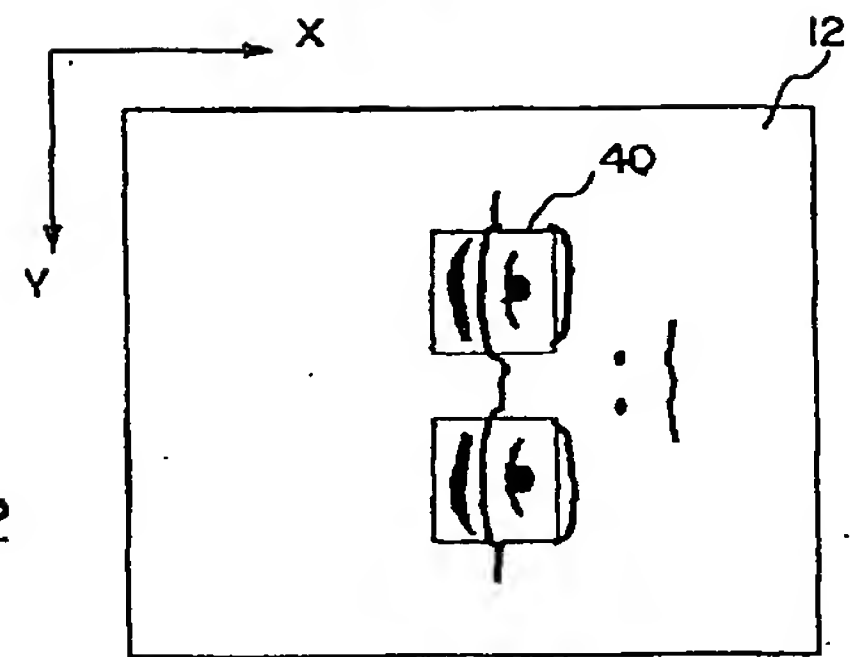
【图 13】



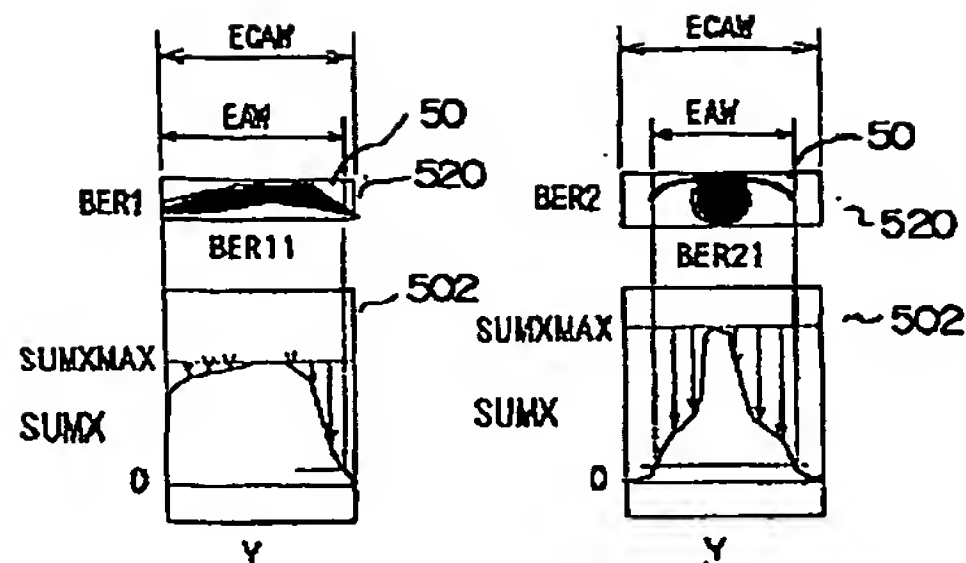
【図2】



【図11】

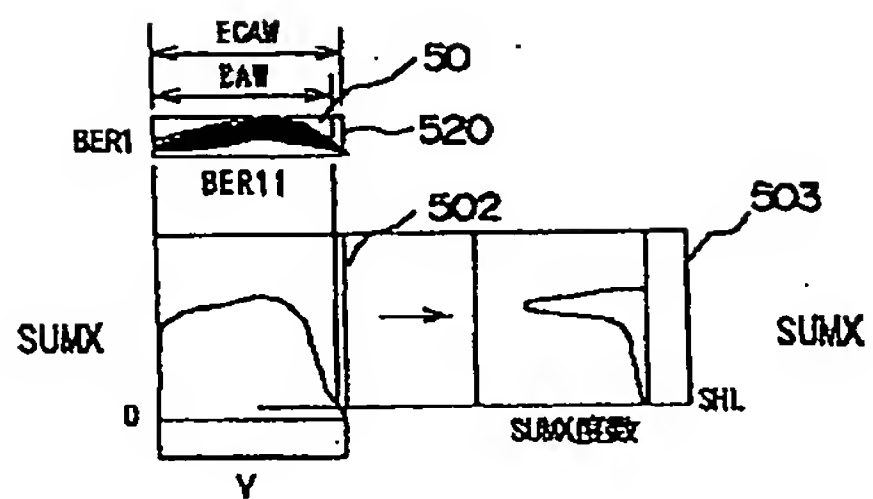


【図8】



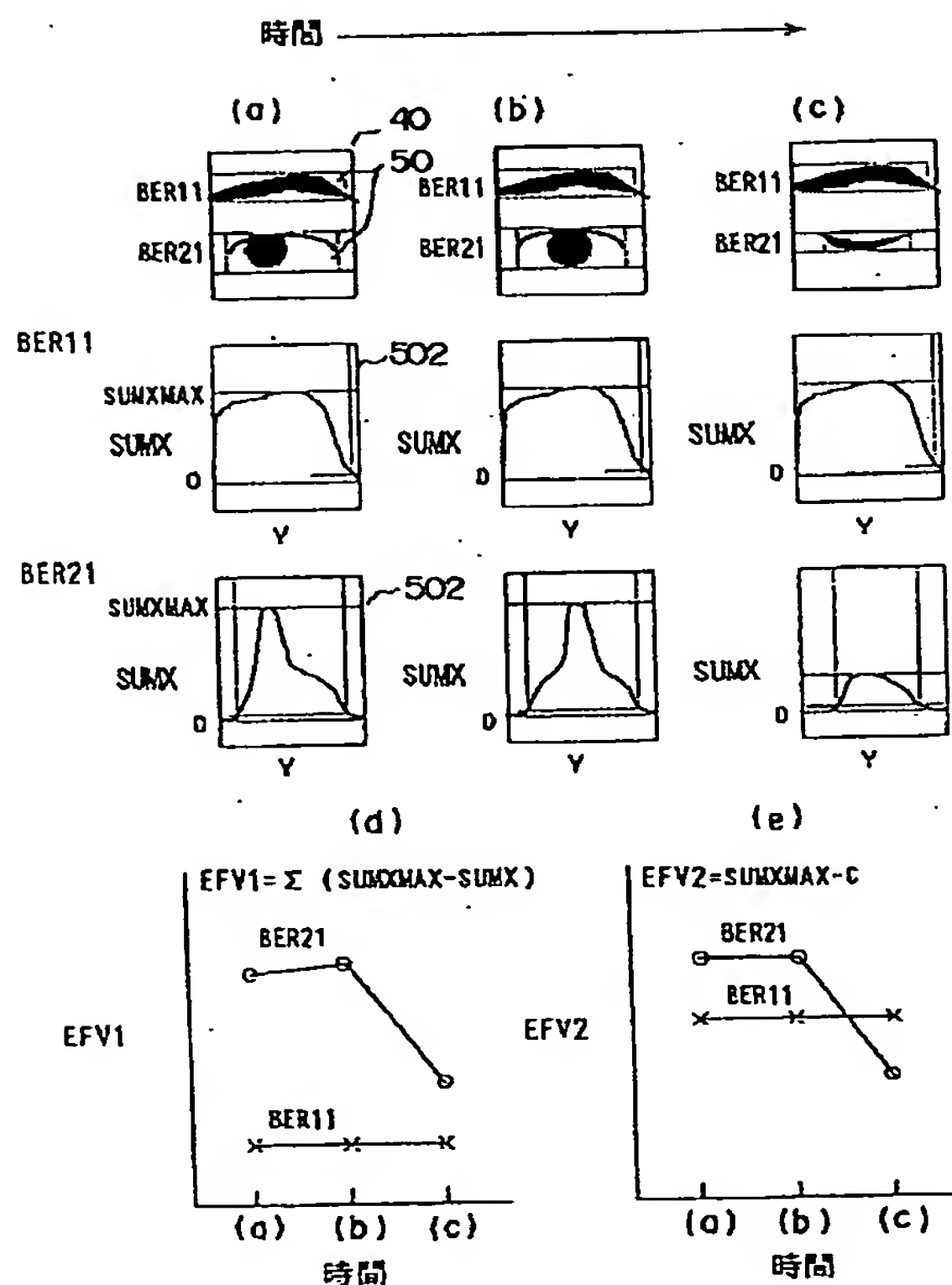
SUMX: X方向画素積算値

【図14】

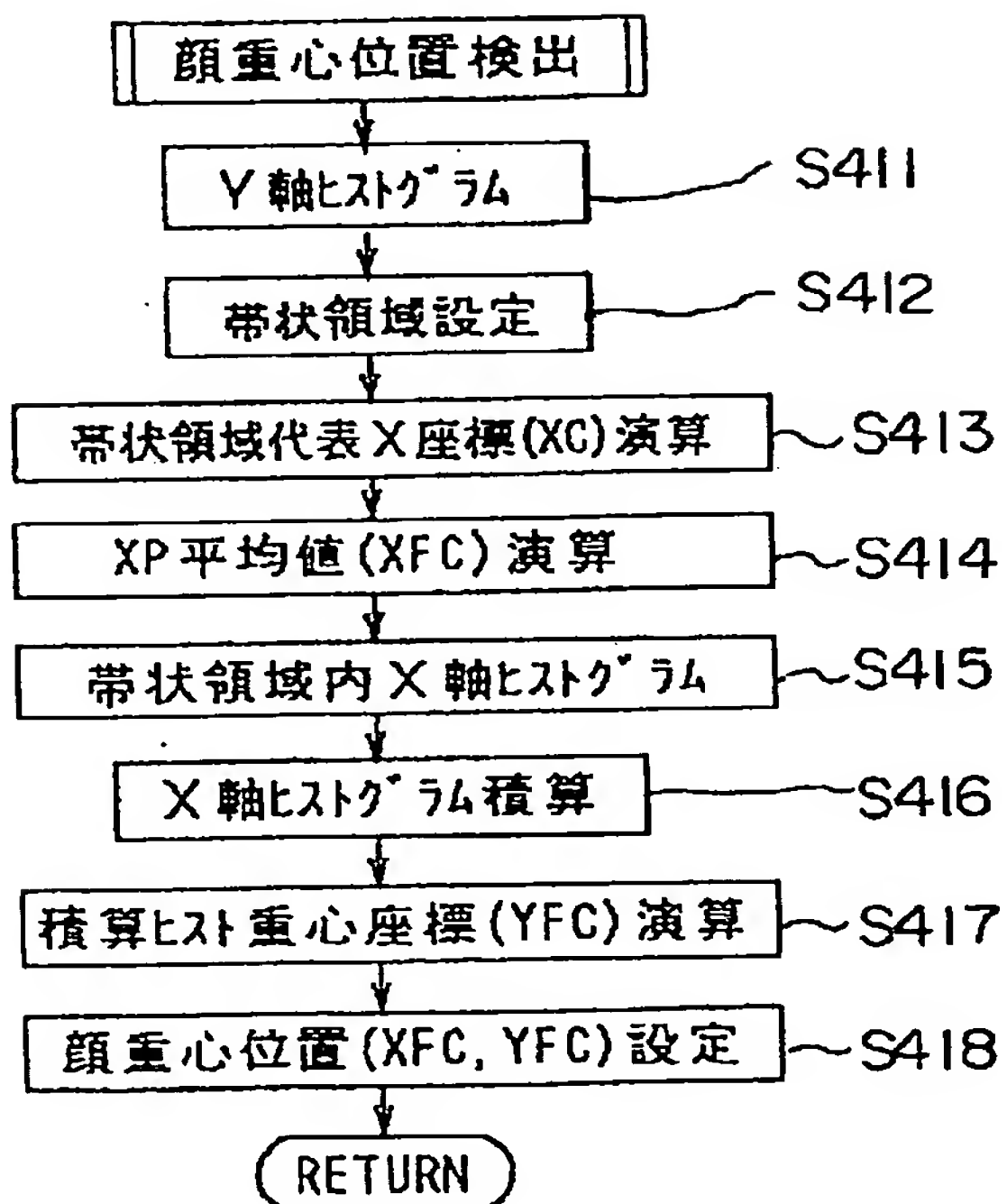


SUMX: X方向画素積算値

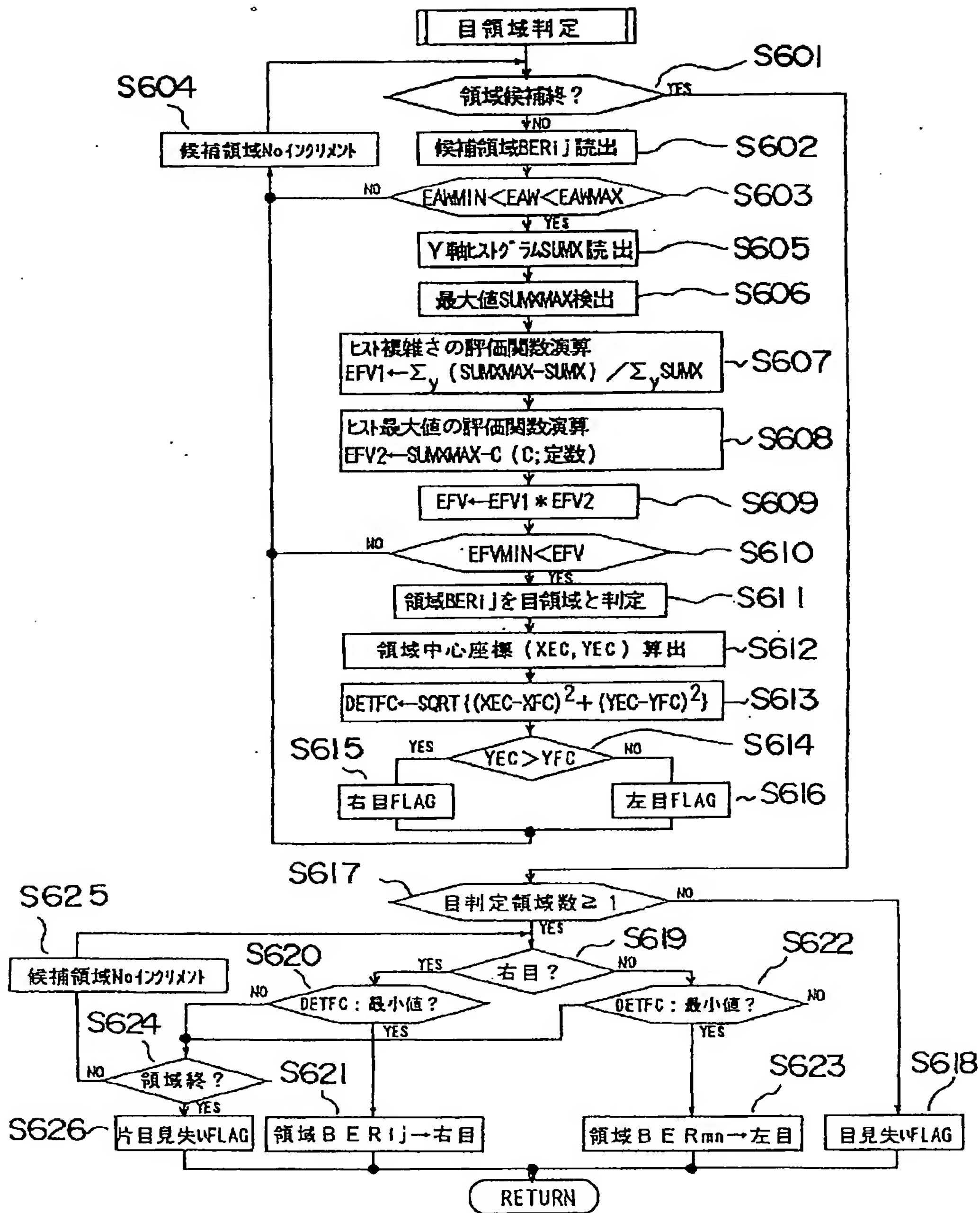
【図15】



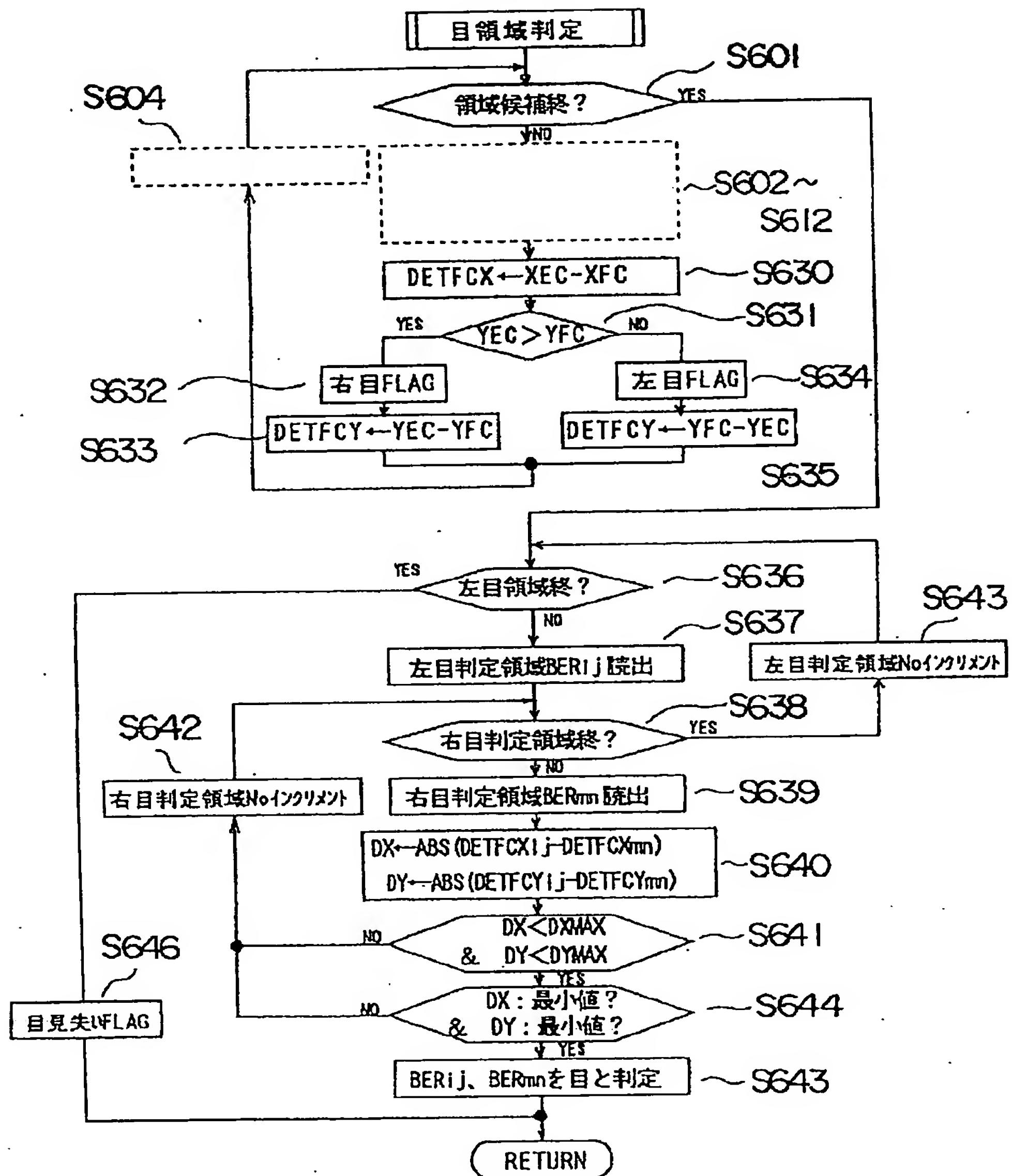
【図17】



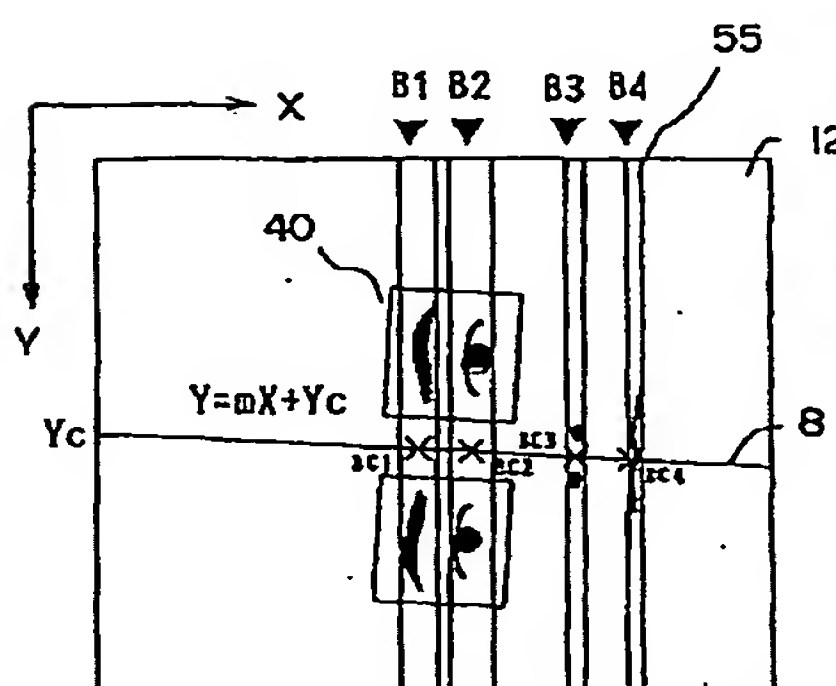
【図9】



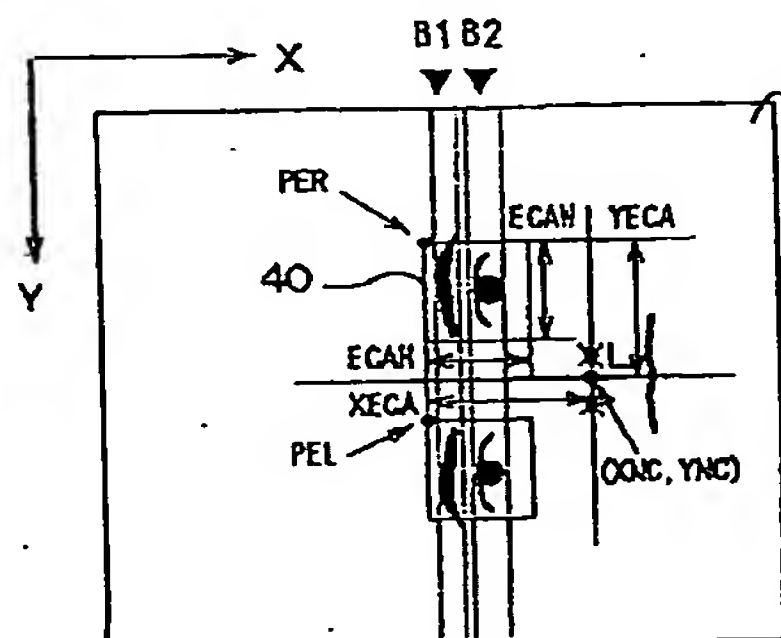
【図16】



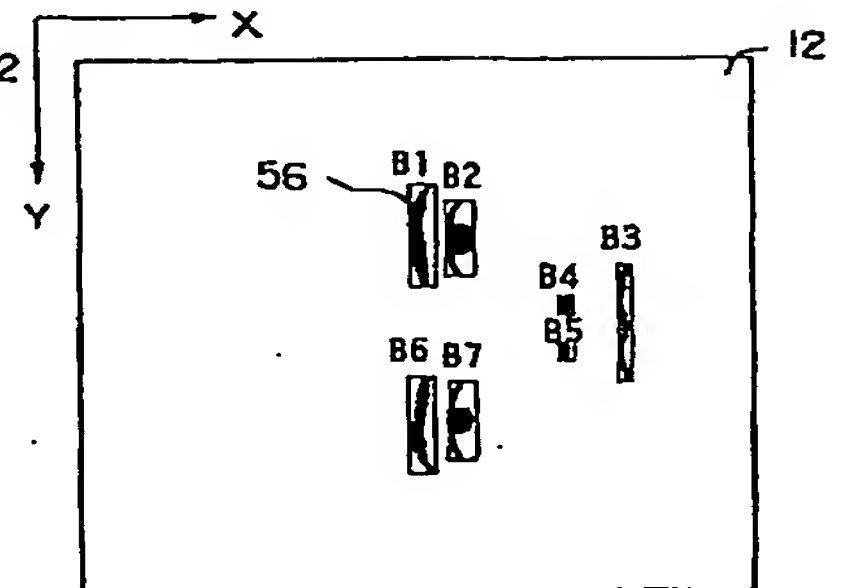
【図19】



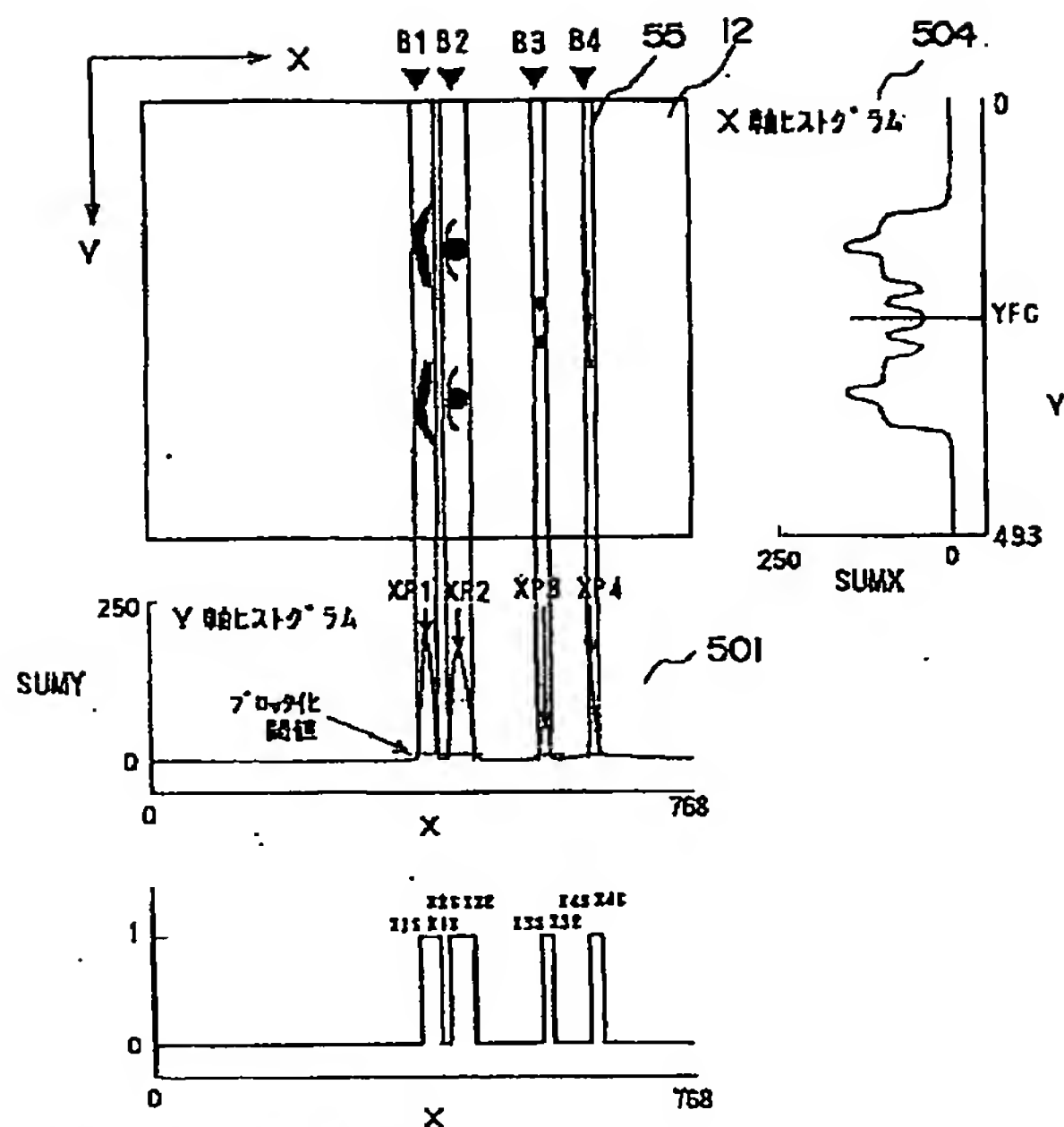
【図23】



【図35】

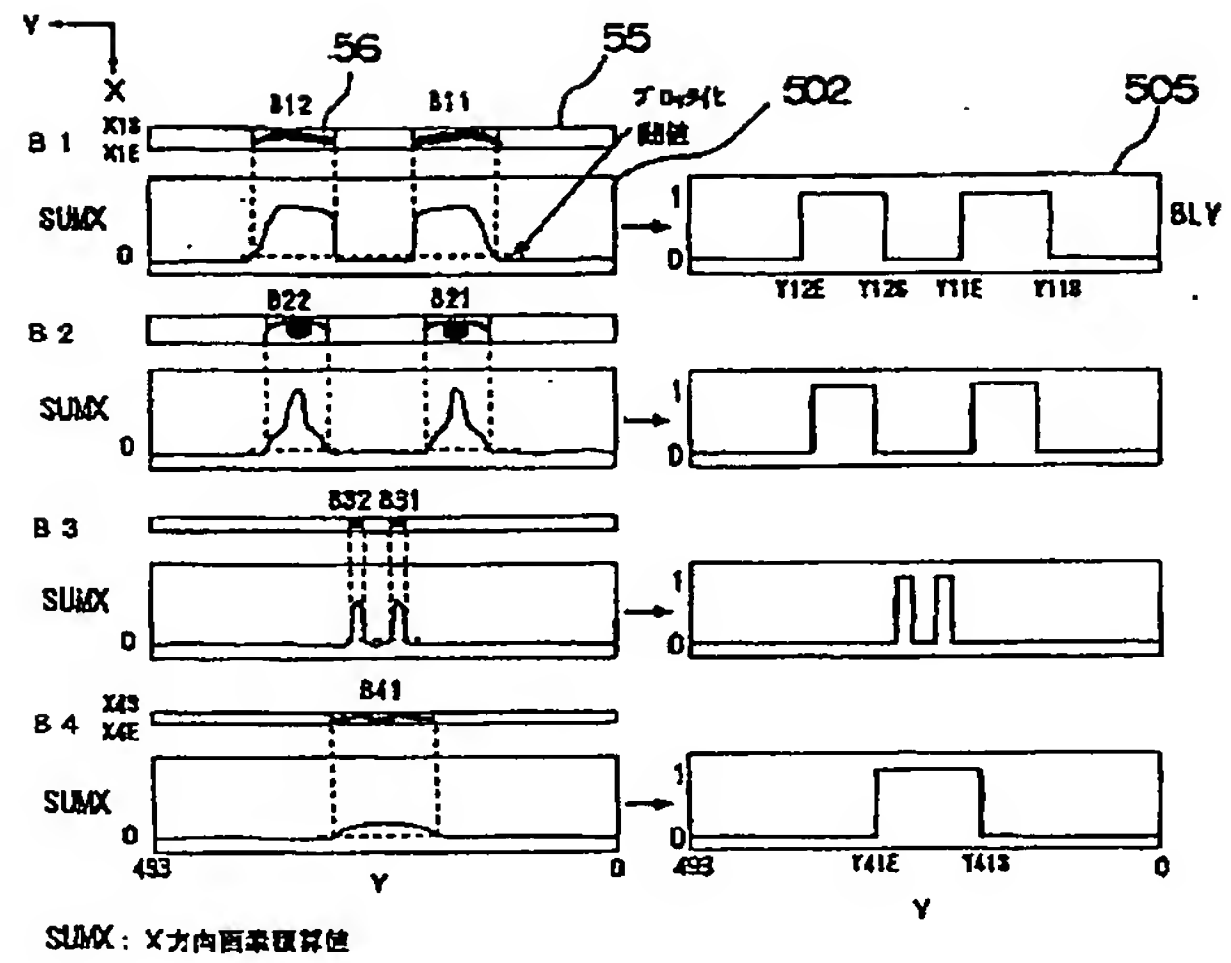


【図18】

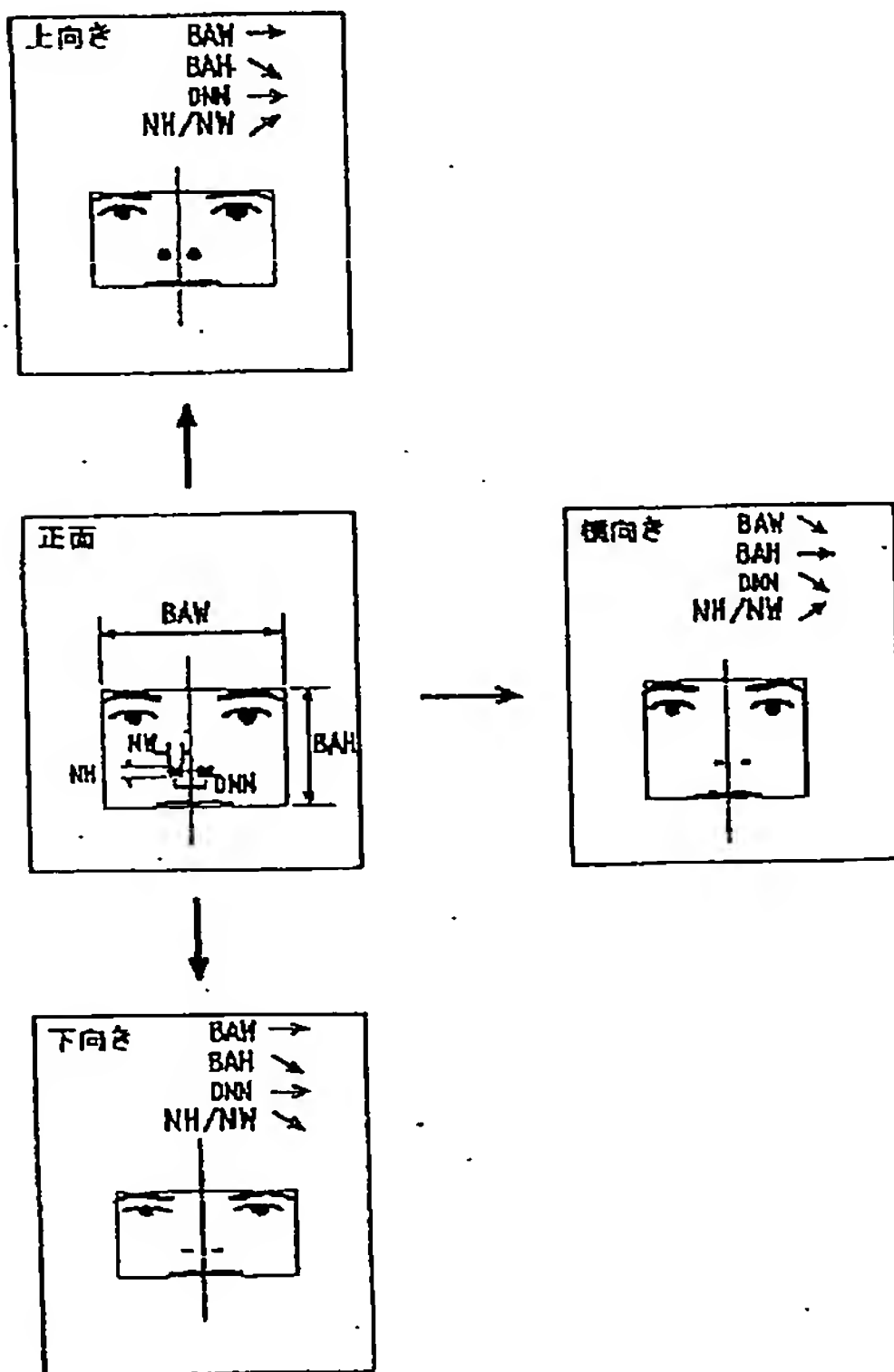


SUMY: Y方向画素値
SUMX: 帯状領域内X方向画素値

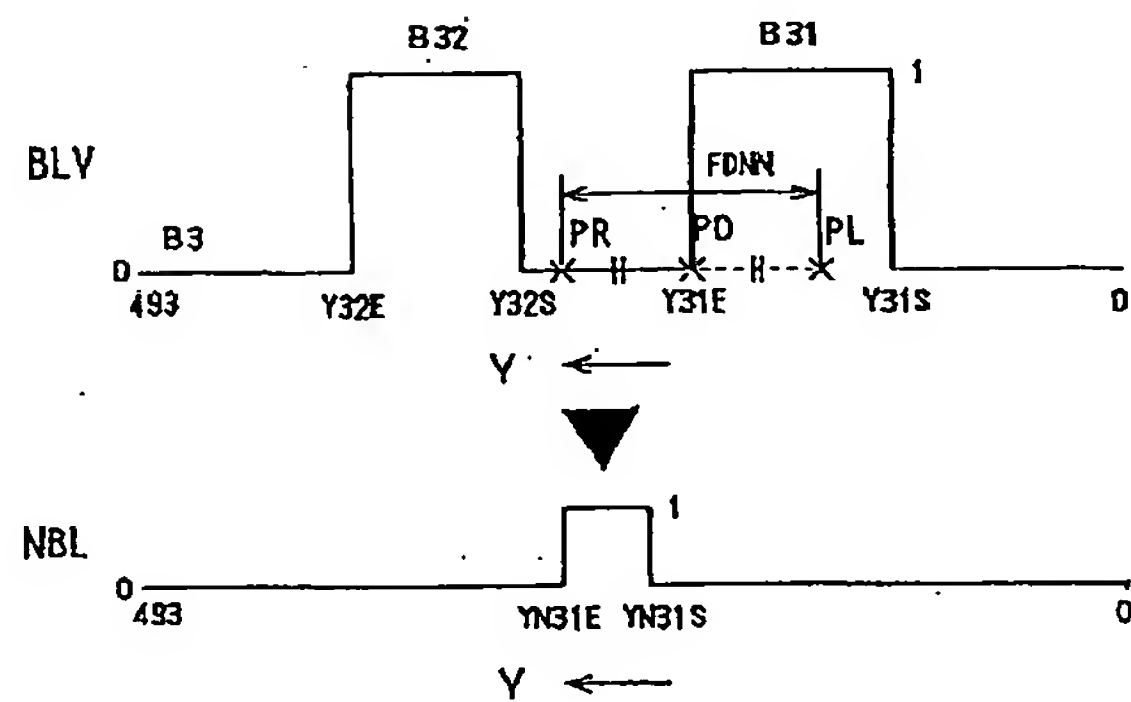
【図20】



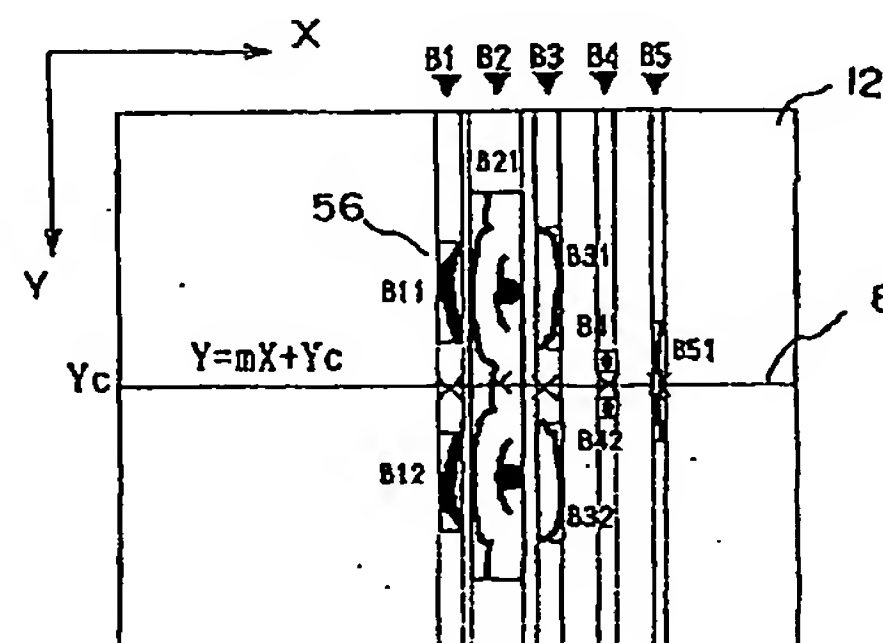
【図22】



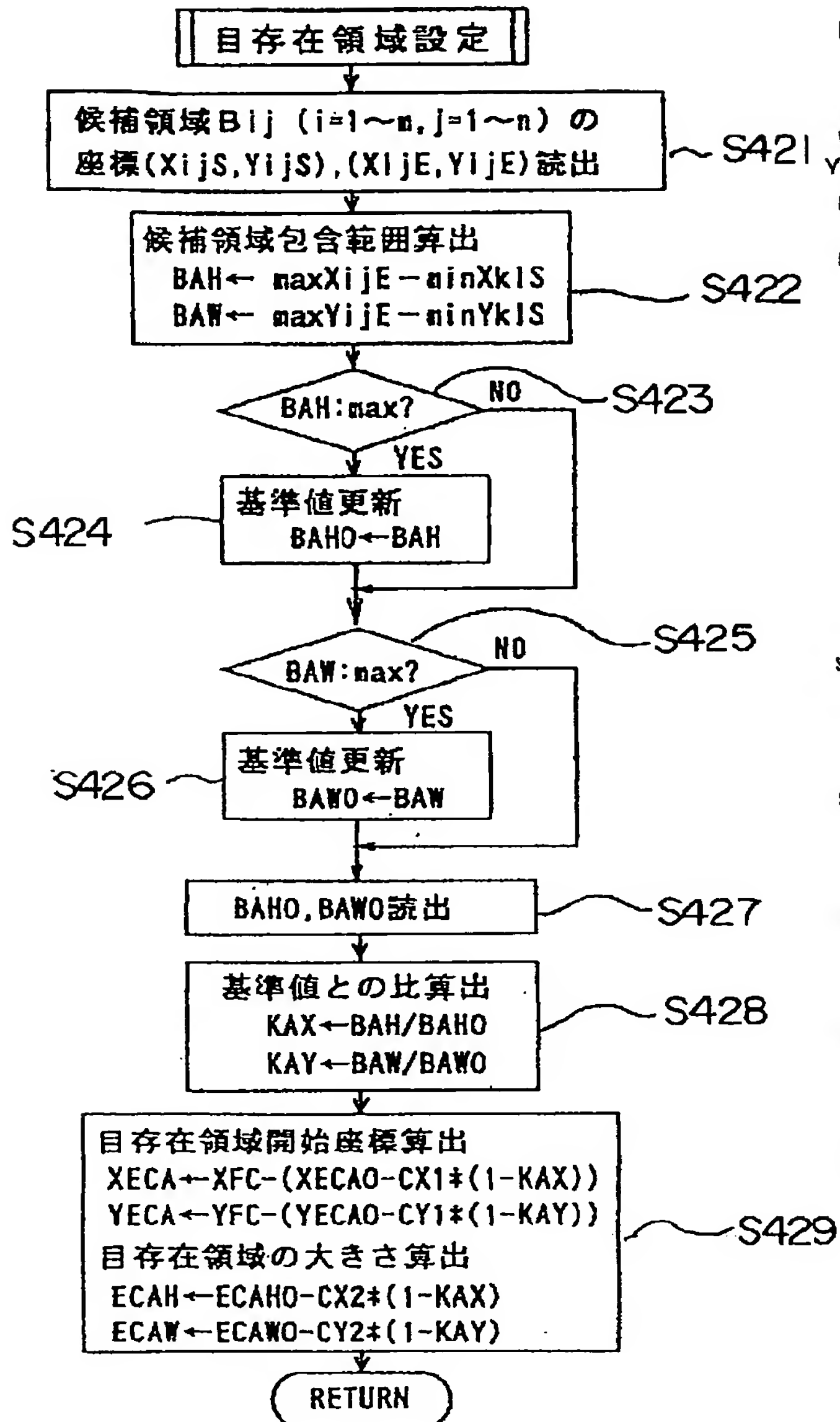
【図24】



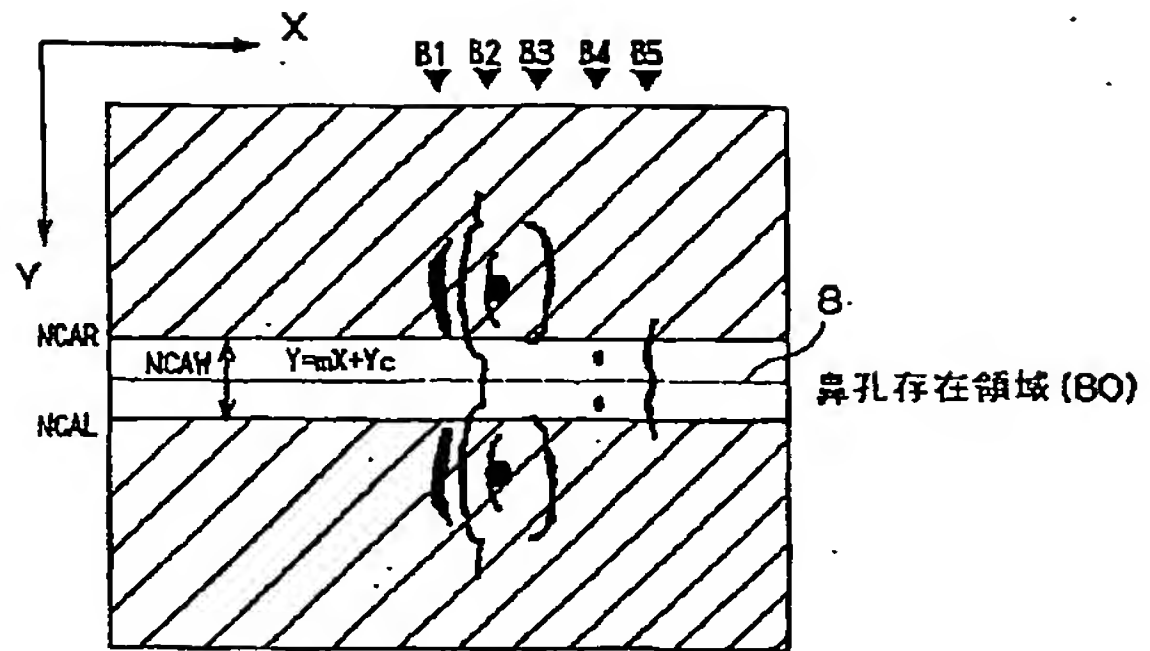
【図25】



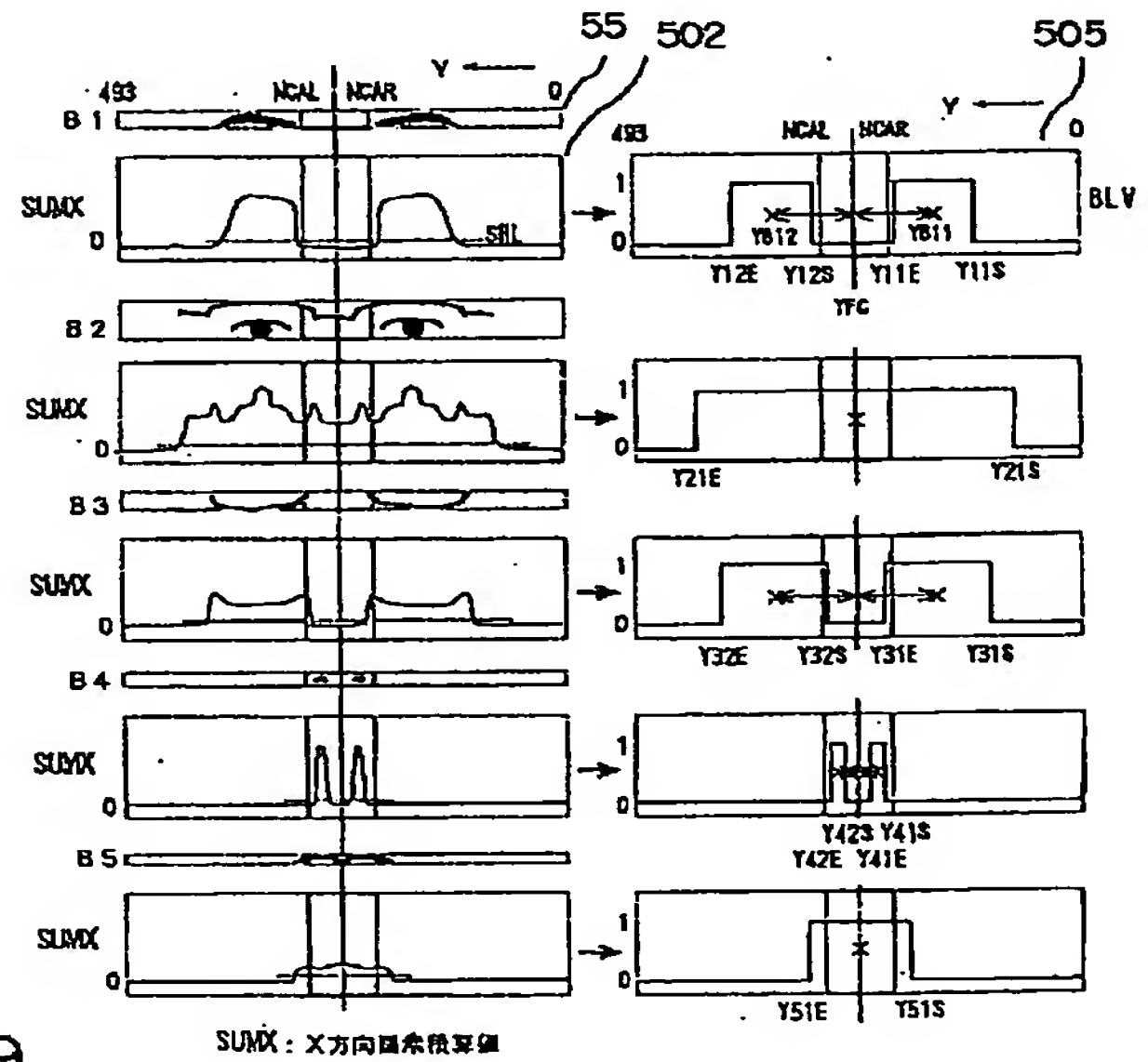
【図21】



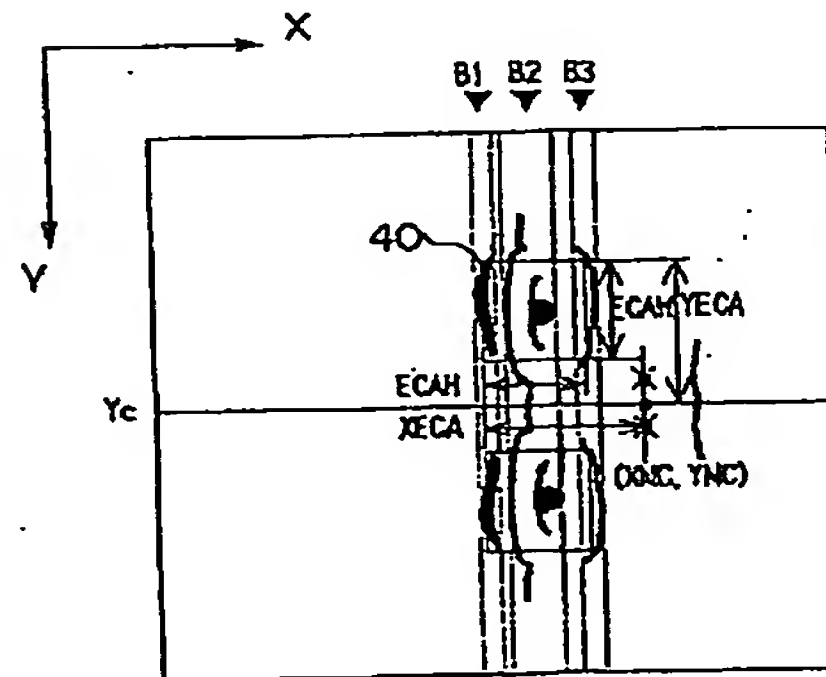
【図26】



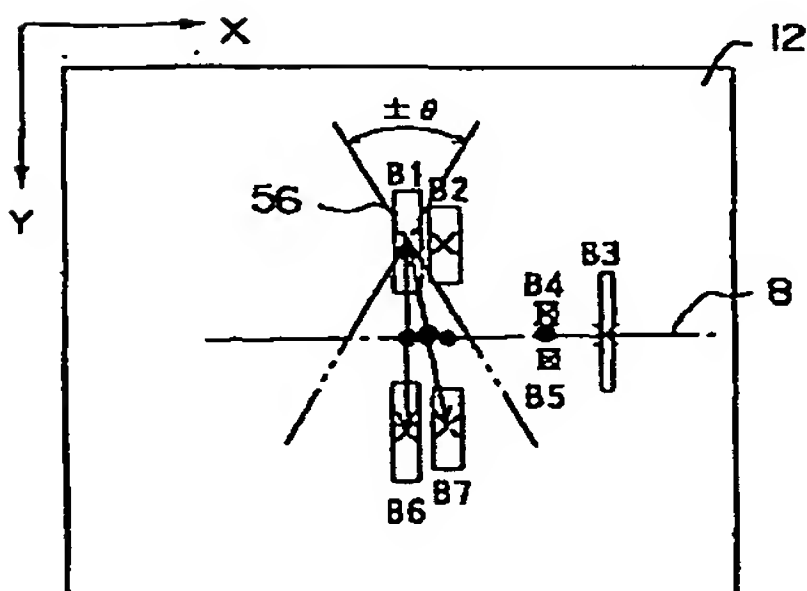
【図27】



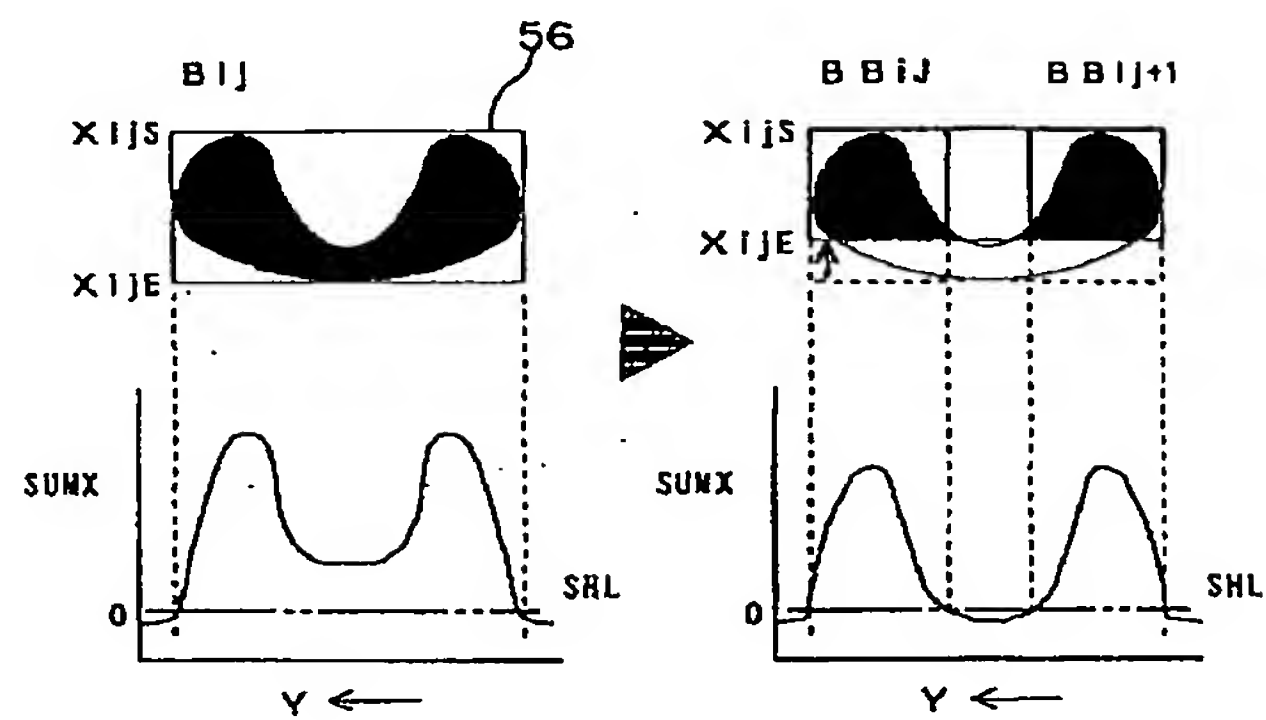
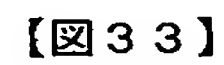
【図29】



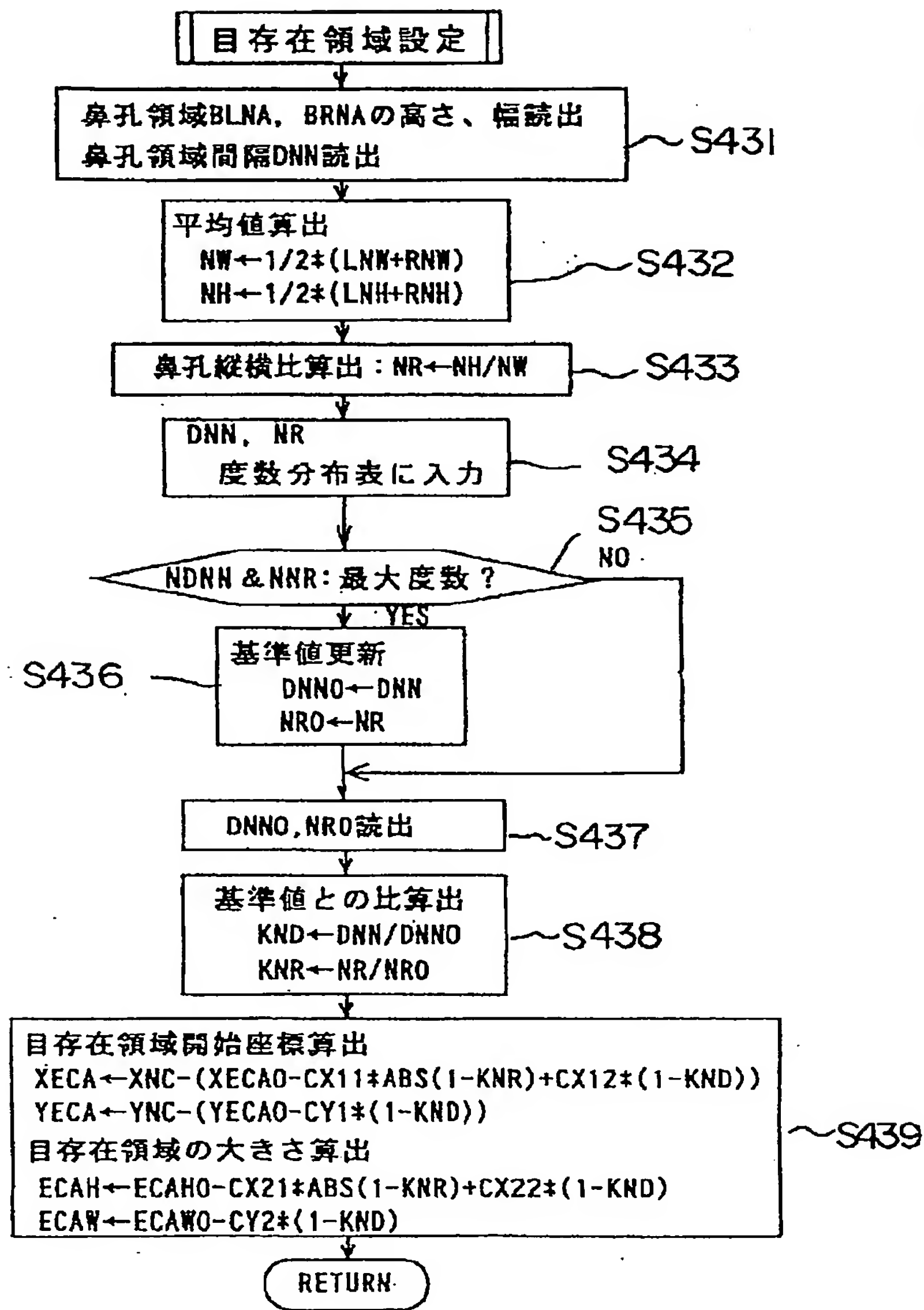
【図36】



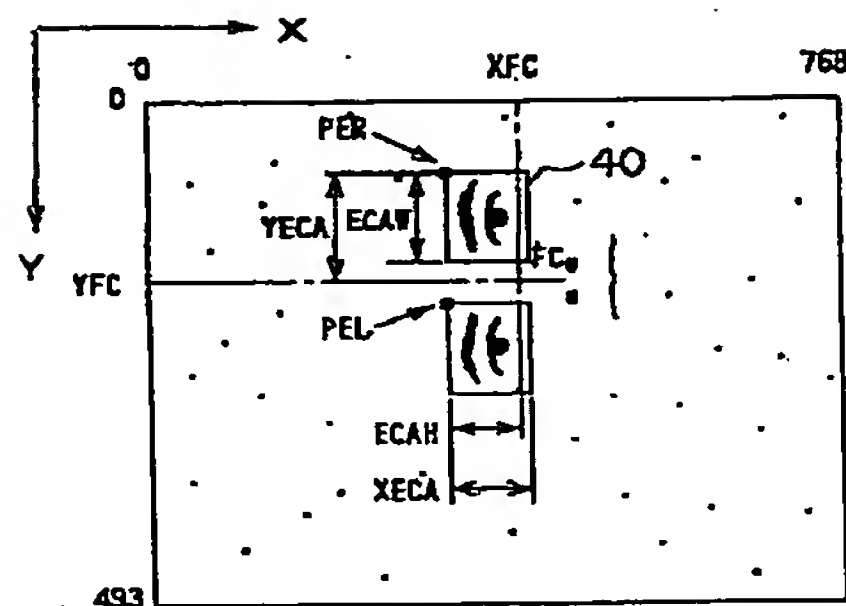
鼻孔領域判定



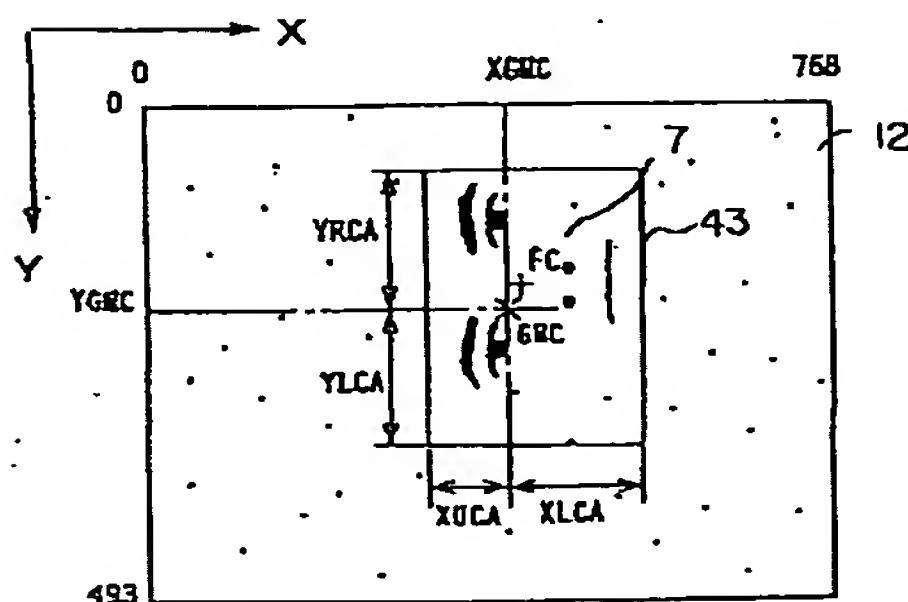
【図30】



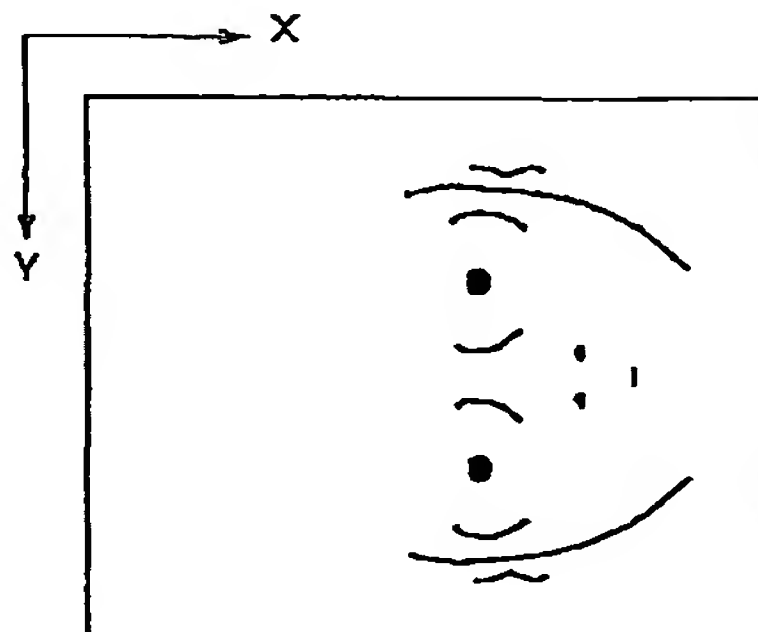
【図38】



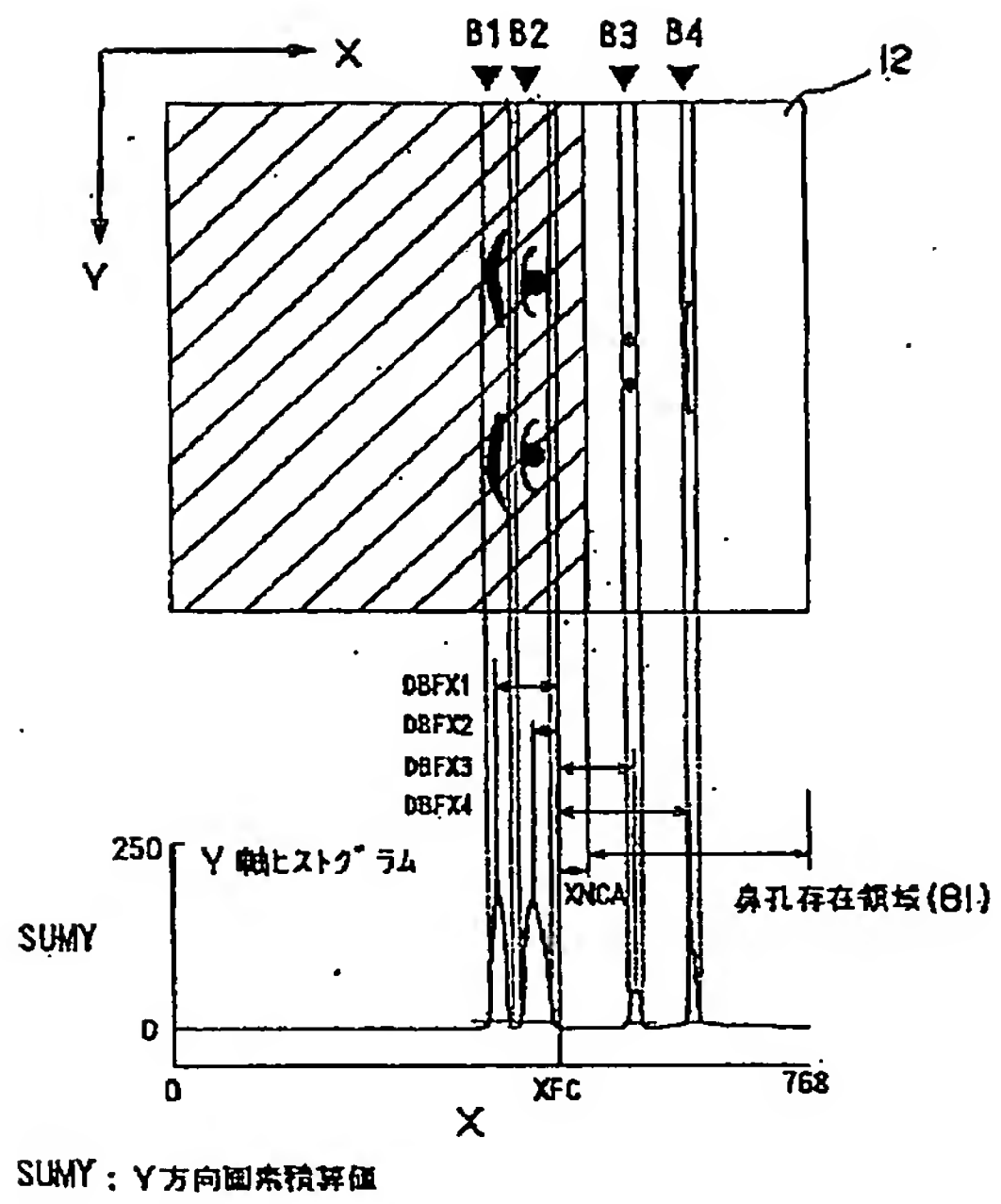
【図37】



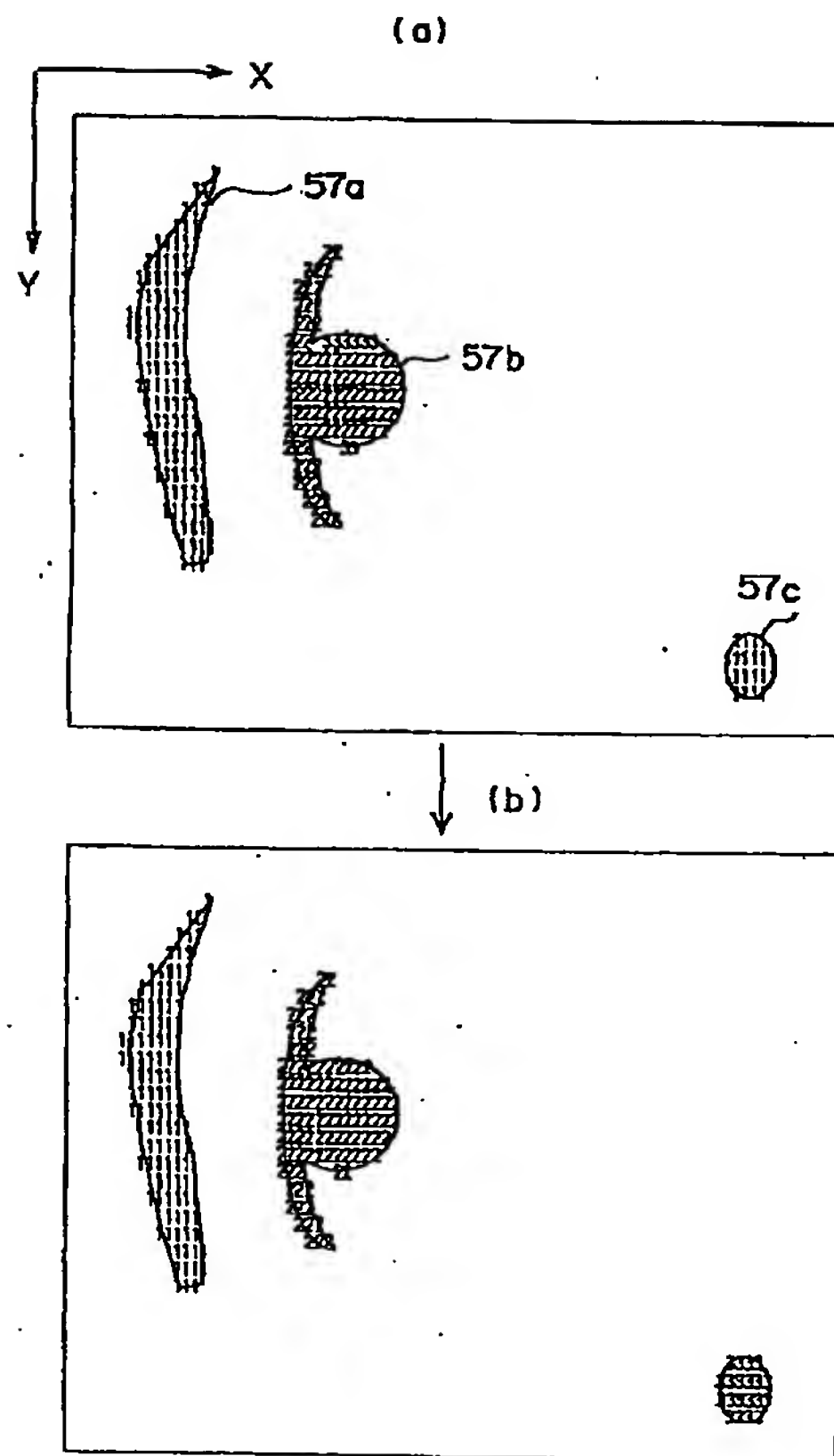
【図40】



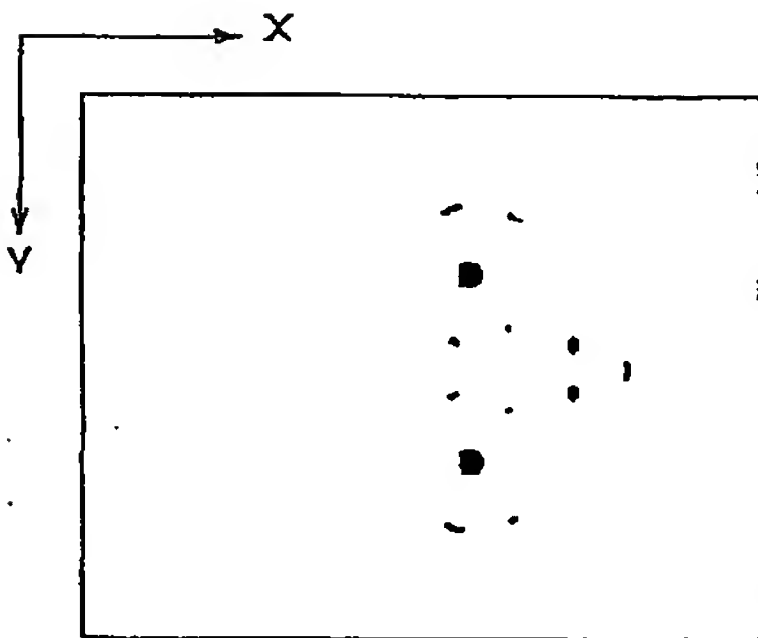
【図31】



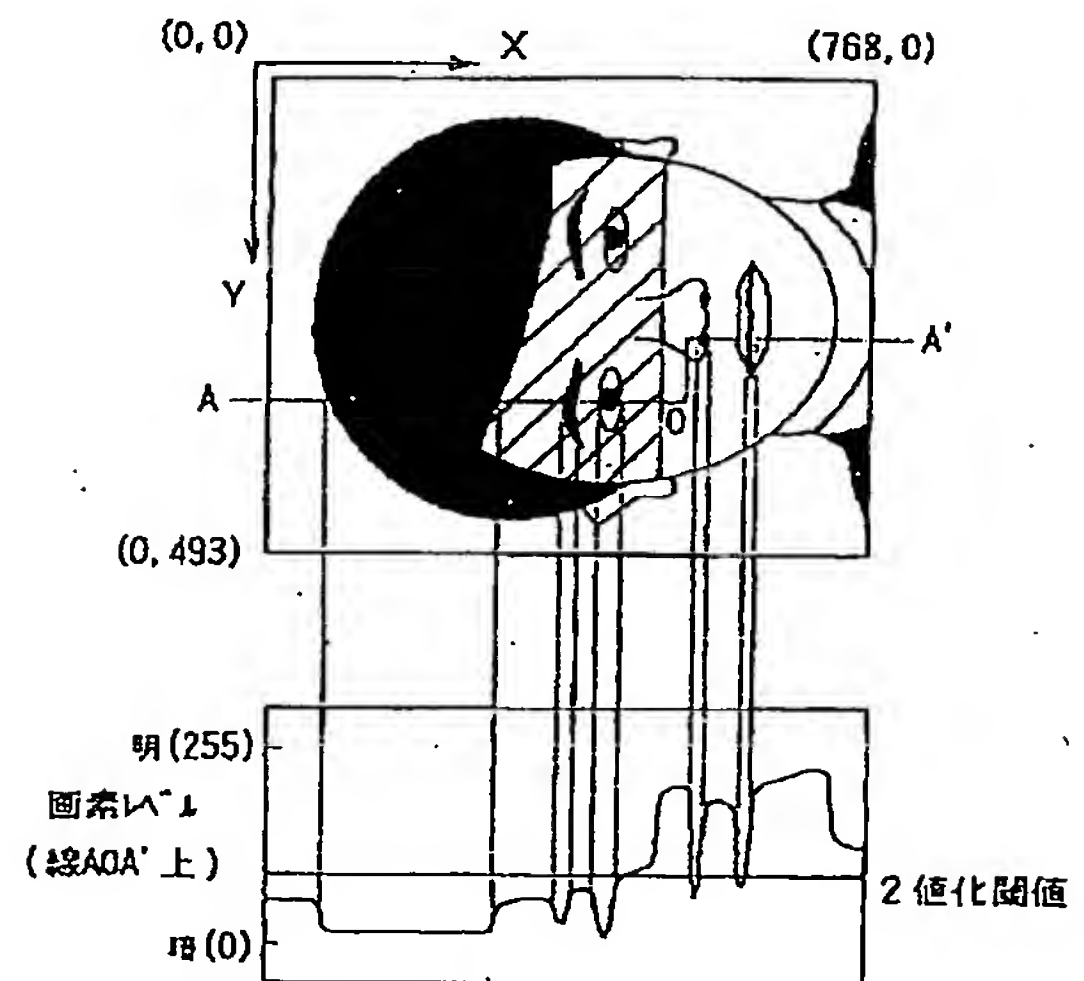
【図34】



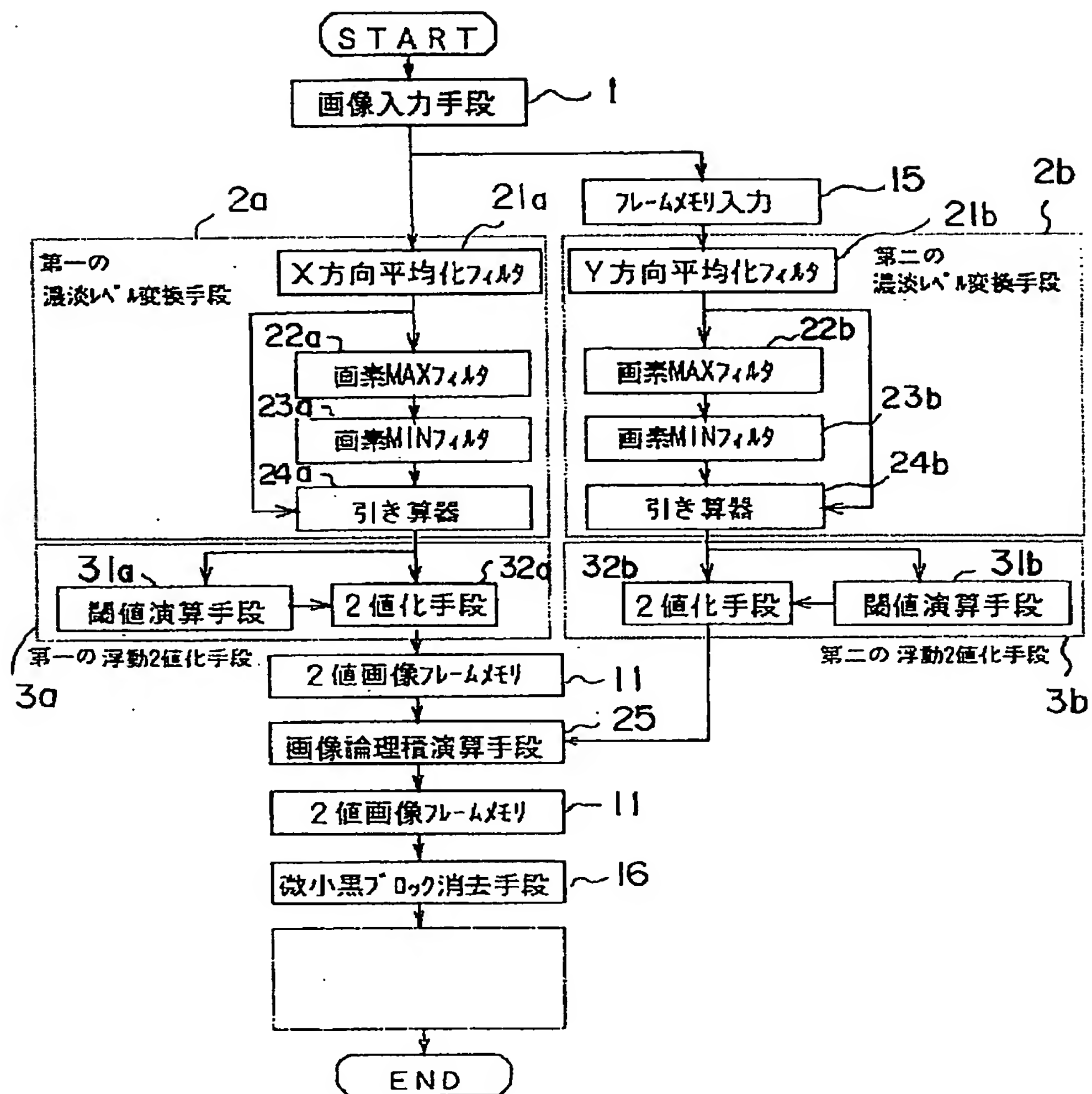
【図41】



【図43】



【図39】



【図42】

